

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Možnosti zvýšení propustnosti zadané vlečkové stanice

Capacity increasing of Specified Factory Railway Station

Student:

Bc. Jan Zagraban

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Zagrapan**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 30 Technologie dopravy
Téma: **Možnosti zvýšení propustnosti zadané vlečkové stanice**
Capacity Increasing of Specified Factory Railway Station

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Na základě provedené analýzy příčin nízké propustné výkonnosti zadané vlečkové stanice navrhnout opatření k jejímu zvýšení. Návrhy vyhodnotit.

Osnova práce:

1. Úvod.
2. Popis vlečkové stanice se zaměřením na její funkci.
3. Analýza příčin nízké propustné výkonnosti stanice.
4. Návrh opatření ke zvýšení propustnosti (je možno provést i variantně).
5. Zhodnocení navržených opatření (nástin ekonomického zhodnocení, multikriteriální hodnocení variant), určení pořadí variant.
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

Daněk, J.; Vonka, J. Dopravní provoz železnic. Bratislava: ALFA, 1988. 400 s. ISBN 063-565-88.
Skála, M., Voráček, Č. Propustnost železničních zařízení. Praha: NADAS, 1965. 129 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jan Zagraban

Adresa trvalého pobytu autora práce: Harcovská 1474, Frýdlant nad Ostravicí 739 11

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ZAGRAPAN J., *Možnosti zvýšení propustnosti zadané vlečkové stanice: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2017, 60 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.

Tato diplomová práce se zabývá zvýšením propustné výkonnosti vlečkové stanice Ostrava – Bartovice společnosti ArcelorMittal Ostrava, a.s. Z dostupných informací byla vypočítána propustnost současného stavu vjezdového kolejiště v této stanici. V následných krocích došlo k návrhu čtyř variant a jejich posouzení na propustnou výkonnost a porovnání se současným stavem. Všechny varianty jsou zaměřeny na změnu technologických postupů při odbavování vlakových souprav a nedochází tak ke stavebním změnám v kolejišti.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

ZAGRAPAN J., *Capacity increasing of Specified Factory Railway Station: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, The Institute of Transport, 2017, 60 p. Thesis head: doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.

This diploma thesis deals with increasing the capacity of the railway station at Ostrava - Bartovice assigning of ArcelorMittal Ostrava, a.s. From the available information, the capacity of the present stage was calculated. In the subsequent steps, four variants were designed. For every variant its capacity is evaluated. Achieved results are compared with capacity in present time. All the variants are aimed at changing the technological processes and there are no constructive changes in the track yard.

Obsah diplomové práce:

Seznam použitých značek a symbolů	1
0 Úvod	2
1 Popis vlečkové stanice se zaměřením na její funkce	4
1.1 Umístění a popis vlečkové stanice	4
1.2 Funkce vlečkové stanice	7
1.3 Personální obsazení stanice	9
1.4 Technické vybavení stanice vyjma kolejiště	10
1.5 Vytíženost kolejí	12
1.6 Proces zpracování vlaku	13
1.7 Přísun komodit	16
2 Analýza příčin nízké propustné výkonnosti stanice	19
2.1 Nedostatek elektrifikovaných kolejí	19
2.2 Zdlouhavý proces zpracování vlaku při vstupu na vlečku	20
2.3 Nedostatek lokomotiv ve společnosti AMO	21
3 Návrhy opatření ke zvýšení propustnosti	23
3.1 Zvýšení počtu elektrifikovaných kolejí	23
3.1.1 Elektrifikace koleje č. 26	23
3.1.2 Elektrifikace kolejí č. 26 a 28	24
3.1.3 Odkup koleje č. 14 od SŽDC	26
3.2 Urychlení procesu zpracování vlaku	27
3.3 Přiřazení lokomotivy na třídící nádraží v Bartovicích	30
3.4 Přejímka vlakové soupravy mimo vlečku AMO	30
4 Zhodnocení navržených opatření	32
4.1 Obecné zásady výpočtu propustné výkonnosti dopravních kolejí	32
4.2 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice v současném stavu	34
4.3 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta I	39
4.4 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta II	43

4.5	Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta III	46
4.6	Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta IV	50
4.7	Shrnutí výsledků kapacitních výpočtů	54
5	Závěr	56
6	Seznam použité literatury	57
7	Seznam obrázků	58
8	Seznam tabulek	59
9	Seznam grafů	60

Seznam použitých značek a symbolů

AMO	– ArcelorMittal Ostrava a.s.
ČDC	– ČD Cargo, a.s. (člen skupiny České dráhy, a.s.)
NL	– Nákladní listy
TP	– Technická prohlídka
SŽDC	– Správa železniční dopravní cesty, státní organizace

0 Úvod

Diplomová práce pojednává o možnostech zvýšení propustné výkonnosti vlečkové stanice Ostravě – Bartovicích patřící společnosti ArcelorMittal Ostrava, a.s. (dále jen AMO), která je součástí vlečky společnosti.

Drážní dopravu ve společnosti AMO zajišťuje Závod 5 – Doprava. Závod 5 provozuje také vlečkovou infrastrukturu (údržba a opravy tratí, sdělovacího a zabezpečovacího zařízení), speciální kolejová vozidla, železniční vozy, silniční vozidla, vnitropodnikovou přepravu, údržbu zeleně a provoz, údržbu a opravy silničních a kolejových vah. Na základě udělených licencí AMO provozuje drážní dopravu i na vlečkách VÍTKOVICE Doprava, VÍTKOVICE, a.s. – Kovárna, VÍTKOVICE STEEL, Válcovna za studena, Calumite, s.r.o., CENTROMAT a CENTROMAT I, které jsou umístěny v areálu vlečky AMO.

Vlečka společnosti AMO zahrnuje 185,4 km kolejí a 859 kusů výhybek. Z uvedeného počtu výhybek je 480 výměn ústředně stavěných, ostatní výměny jsou přestavovány ručně. Na vlečce je celkem sedm kolejových vah, které jsou umístěny na středojemné válcovně, kontilitě, třídnících, VH, koksovně, šrotišti a ve stanici Ostrava – Bartovice.

Vjezd na vlečku AMO je umožněn ze tří směrů – po koleji č. 1 směrem z železniční stanice Ostrava – Vítkovice, po koleji číslo 2 z železniční stanice Ostrava – Kunčice (celkem tři místa napojení prostřednictvím výhybek č. 3, 27 a 85) a prostřednictvím kolejiště železniční stanice Ostrava – Bartovice (podrobnosti o napojení prostřednictvím kolejiště železniční stanice Ostrava – Bartovice viz další kapitola).

Požadavek na zvýšení propustnosti vlečkové stanice Ostrava – Bartovice má do budoucna velké opodstatnění. Podle plánů Action 2020 se má ve společnosti AMO zvýšit objem výroby surové oceli z 2,0 miliónů tun v roce 2015 na 2,4 Mt v roce 2020. S tím je spojena i expedice materiálu, která se má zvýšit z 2,1 Mt na 2,6 Mt. To vše zvýší nároky na přísun komodit na vlečku. Jelikož vlečková stanice Ostrava – Bartovice slouží jako vstup na vlečku, tak všechny komodity budou na vlečku vstupovat právě jejím prostřednictvím. Pro dosažení takové míry propustnosti, která bude reflektovat potřeby společnosti AMO, se musí provést taková opatření, aby nedocházelo k v současnosti vyskytujícímu se jevu, kdy přijíždějící nákladní vlaky musejí být z důvodu obsazenosti dopravního kolejiště vlečkové stanice odstavovány na síti SŽDC, za což je nutno platit poplatky za odstavení vlaků. Příčinou kapacitních problémů vlečkové stanice Ostrava –

Bartovice je jednoznačně časově náročná technologie při zpracovávání vlaků, velké prostoje odbavených souprav při čekání na lokomotivu provádějící posun přes kolejovou váhu ve vlečkové stanici, nedostatek elektrifikovaných kolejí, kdy vlaky tažené hnacími vozidly závislé trakce nemohou ke svým jízdám využívat koleje č. 26 a 28. Pokud by v budoucnu mělo dojít k plné náhradě lokomotiv nezávislé trakce lokomotivami závislé trakce, pak by využití těchto kolejí bylo nulové.

1 Popis vlečkové stanice se zaměřením na její funkce

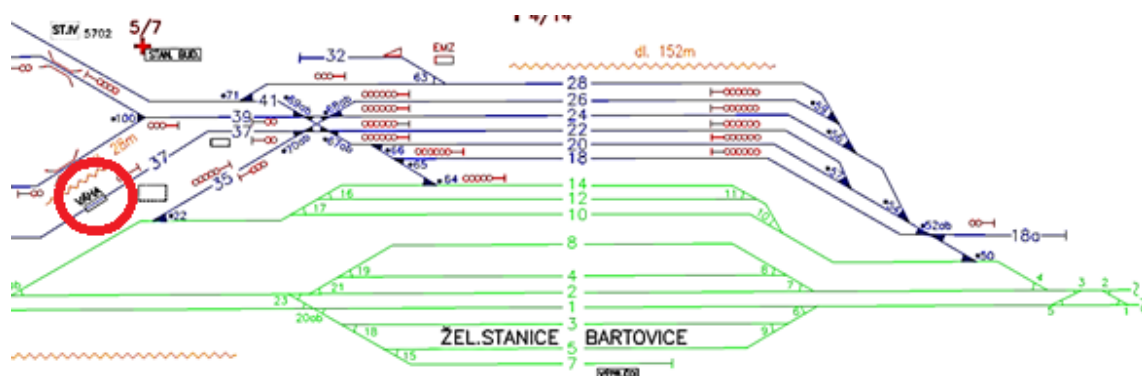
1.1 Umístění a popis vlečkové stanice

Vlečková stanice Ostrava – Bartovice se nachází v jihovýchodní části areálu společnosti AMO. Poloha vlečkové stanice Ostrava – Bartovice je znázorněna na obr. č. 1.



Obrázek 1: Lokalizace vlečkové stanice Ostrava – Bartovice v rámci areálu AMO

Na obrázku č. 2 je znázorněno schéma vjezdového kolejiště na vlečku, kdy tmavě modré značení je infrastruktura ve vlastnictví AMO, zeleně jsou vyznačeny koleje ve vlastnictví SŽDC, s. o. Červeně je znázorněna poloha kolejové váhy, na kterou nelze plynule projíždět z koleje č. 28. Součástí kolejové váhy je i osvětlení a kamerový systém pro kontrolu pořadí vozů seřazených v soupravě.



Obrázek 2 : Schéma vjezdového kolejiště

Do vjezdového zhlaví je zaústěno celkem 6 kolejí, z toho 4 s elektrickou trakcí. Užitečné délky kolejí jsou patrné z tabulky č. 1 včetně určení vlastníka koleje a uvedení informace o vybavení elektrickou trakcí. V tabulce je rovněž uvedena kolej č. 14 patřící SŽDC, ale v současné době využívána také vlečkařem.

Č. koleje	Vlastník	Užitečná délka [m]	Vedení trakce
14	SŽDC	621	Ano
18	AMO	640	Ano
20	AMO	710	Ano
22	AMO	709	Ano
24	AMO	735	Ano
26	AMO	700	Ne
28	AMO	796	Ne

Tabulka 1: Seznam vjezdových kolejí na vlečku AMO

Napojení vlečkové stanice Ostrava - Bartovice z infrastruktury patřící SŽDC je provedeno na třech místech výhybkami č. 50 (ze směru od Šenova), č. 22 (ze směru Ostrava – Kunčice) a č. 64, jež propojuje kolej č. 14 s kolejí č. 18. Kolej č. 14 je ve vlastnictví SŽDC a v užívání ČDC, ale od roku 2005 společnost AMO neplatí za provoz na této koleji poplatky a využívá ji stejně, jako ostatní koleje ve vlastnictví AMO. Kolej č. 28 je používána pro jízdy vlaků určených pro zásobování uhlím tažených dieselovými lokomotivami, které projíždějí do areálu do Závodu 10 – Koksovna. Výjimečně projíždějí po této koleji vlaky přepravující prázdné vozy, popř. vozy ložené šrotem.

Pro potřeby kapacitního posouzení vlečkové stanice bylo zapotřebí provést zmapování provozu. Ke zmapování provozu na dopravních kolejích vlečkové stanice Ostrava –

Bartovice bylo vybráno období od 2. 11. 2015 do 8. 11. 2015, kdy byl výskyt příjezdů na vlečku vysoký (za celý rok 2015 využilo kolejiště vlečkové stanice celkem 5 635 nákladních vlaků). Využití jednotlivých kolejí v období od 2. 11. 2015 do 8. 11. 2015 je uvedeno v tabulce č. 2. Graf č. 1 potom ukazuje počty vjezdů na jednotlivé koleje za výše uvedené období.

Číslo koleje	Počet vjezdů na kolej	Podíl [%]
14	15	13,64
18	20	18,18
20	17	15,45
22	17	15,45
24	19	17,27
26	9	8,18
28	13	11,82

Tabulka 2: Využití vjezdových kolejí (počet vlaků v období 2. 11. 2015 - 8. 11. 2015)



Graf 1: Využití vjezdových kolejí (počet vlaků v období 2. 11. 2015 - 8. 11. 2015)

V uvedeném mapovacím období byly nejméně využívány koleje č. 26 a 28 a to především z již výše uvedeného důvodu – chybějící elektrické trakce nad kolejemi. V grafu je odlišnou barvou znázorněn údaj týkající se koleje č. 14, jež není ve vlastnictví AMO. Protože kolej č. 14 se využívá obdobně jako ostatní koleje, tak výpočty a následné návrhy s touto kolejí počítají jako s nedílnou součástí vjezdového kolejiště. Za zmínku stojí

také fakt, že kolej č. 28 není napojena na svažný pahrbek a používá se takřka jen na přísun uhlí, které prochází zkráceným procesem zpracování vlaku.

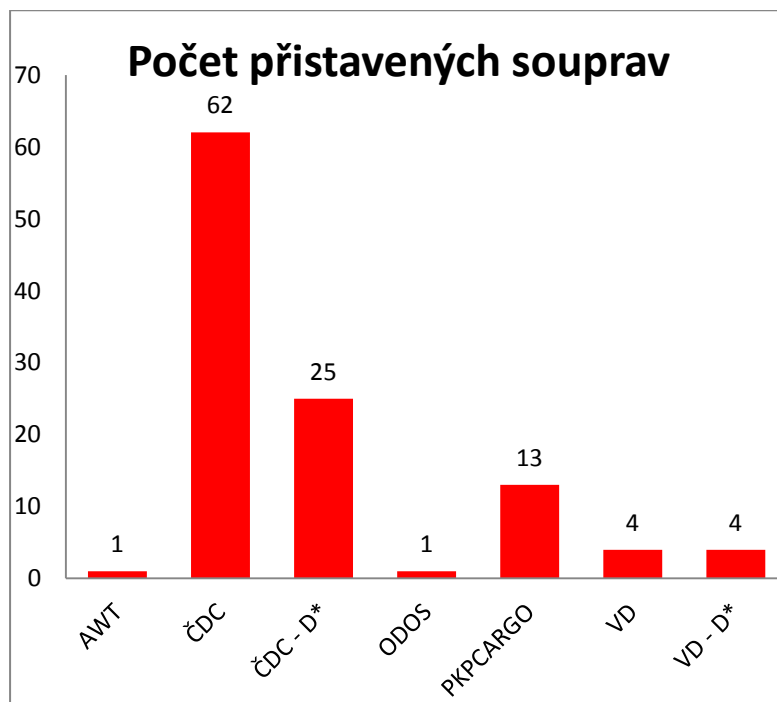
1.2 Funkce vlečkové stanice

Jak již bylo stručně zmíněno v úvodu diplomové práce, vlečková stanice slouží jako hlavní místo pro přísun komodit a prázdných vozů. Nejčastěji dovážené komodity do společnosti jsou železná ruda, uhlí, vápenec a šrot. Společnosti, které se na přísunu surovin podílejí jako dopravci nejvíce, jsou ČD Cargo, dále jen ČDC (až 80% zastoupení), PKP CARGO S. A. a VÍTKOVICE Doprava, a.s.

V tabulce č. 3 a grafu č. 2 je zobrazen počet přeprav podle jednotlivých dopravců. U těchto dopravců je rozlišeno, zda použili pro přepravu dieselovou lokomotivu, či elektrickou. Je zde vidět dominantní podíl dopravce ČDC, následovaný společností PKP CARGO S.A.

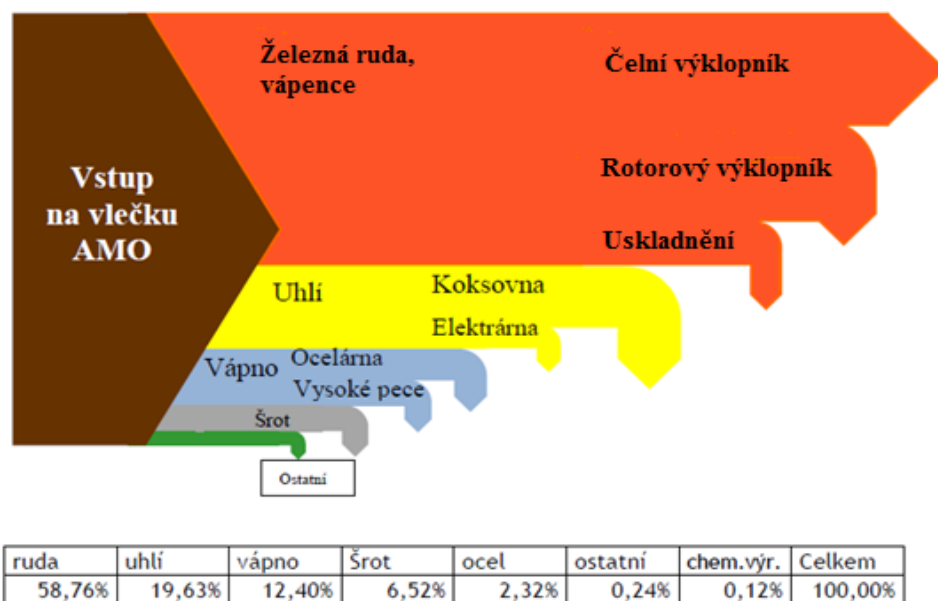
Seznam dopravců v týdnu 2. 11. 2015 - 8. 11. 2015			
Zkratka	Název dopravce	Poč. přeprav	Podíl [%]
AWT	Advanced World Transport B. V.	1	0,91
ČDC	ČD Cargo, a.s.	62	56,36
ČDC - D*	ČD Cargo, a.s.	25	22,73
ODOS	Ostravská dopravní společnost, a.s.	1	0,91
PKPCARGO	PKP CARGO S. A.	13	11,82
VD	VÍTKOVICE Doprava, a.s.	4	3,64
VD - D*	VÍTKOVICE Doprava, a.s.	4	3,64
* - uvedení písmena D v názvu dopravní společnosti znamená, že tato společnost použila při dopravě materiálu dieselové lokomotivy			

Tabulka 3: Seznam dopravců přepravujících suroviny a materiál na vlečku



Graf 2: Počet vlaků přistavených dle dopravce (2. 11. 2015 - 8. 11. 2015)

Společnosti ČDC a VÍTKOVICE Doprava, a.s., která vozí na vlečku šrot, obsluhují vlečku elektrickými a dieselovými lokomotivami a využívají koleje č. 26 a 28. Ostatní dopravci disponují pouze elektrickými lokomotivami, které při plném obsazení zhlaví na vstupu na vlečku musí být odstaveny na síti SŽDC společně s železničními vozy. Náklady na takto odstavené soupravy vozů činily v roce 2015 částku 769.587 Kč.



Obrázek 3: Podíl přepravovaných komodit na vlečku v roce 2015

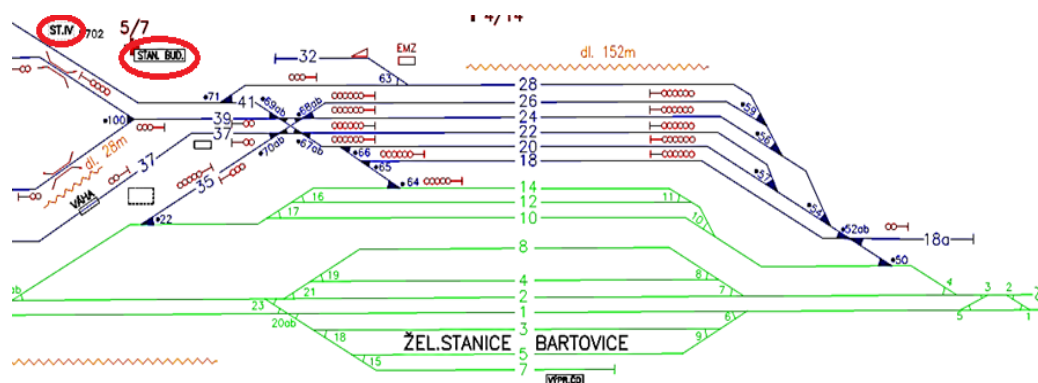
Na obrázku č. 3 je znázorněn jak výčet komodit přepravovaných na vlečku, tak jejich místa určení na vlečce AMO za kalendářní rok 2015.

Nejvíce dováženou surovinou je bezpochyby železná ruda (podíl cca 59 %), následována uhlím (podíl cca 20 %). Na přelomu let 2014 a 2015 rozhodlo vedení společnosti AMO o omezení dodávek uhlí od společnosti OKD, a.s., a to z obavy, že uvedená společnost nebude schopna dostát svým závazkům vůči AMO. Do roku 2020 je plánován zvýšený přísun komodit a zároveň útlum odběru uhlí od společnosti OKD, a.s.

1.3 Personální obsazení stanice

Řízení provozu a jeho organizaci ve vjezdovém a třídícím kolejišti vlečkové stanice Ostrava – Bartovice provádí výpravní stanoviště 4 VN (Bartovice). Ten také ovládá zabezpečovacího zařízení, organizuje vyhotovení tříděnký, proces rozřadování souprav cílových vlaků a jejich brzdění na kolejových brzdách. Rozřadování a posun se provádí jednou lokomotivou, která by měla být stabilně přidělena do obvodu vlečkové stanice, ale z důvodu nedostatku nasazených hnacích vozidel je momentálně běžně využívána i pro potřeby jiných provozů. Obsazení lokomotivy tvoří strojvedoucí a posunovač. Kromě výpravního a obsazené lokomotivy pracují na směně dvě tranzitérky a dva vozmistři.

Na obrázku č. 4 je pak znázorněno umístění staniční budovy, kde mají pracoviště tranzitérky a vozmistři, ve vedlejší budově se nachází pracoviště výpravního. Obě tyto budovy jsou umístěny naproti kolejové váhy. Vzdálenost od staniční budovy k vstupní výhybce na vlečku č. 50 je to přibližně 1000 m.



Obrázek 4: Umístění pracoviště výpravního a tranziterek v Bartovicích

Na obrázku č. 4 je pak znázorněn reálný náhled na daná provozní stanoviště.



Obrázek 5: Stanoviště výpravčího a staniční budova tranzitérek

1.4 Technické vybavení stanice vyjma kolejiště

Při rozřadování soupravy se na dvou větvích relačních svazků využívají jednokolejnicové brzdy (na koleji č. 39, za výhybkou č. 100). Jedná se o pěti-článekové pneumatické kolejnicové brzdy typu DKB-5, viz obrázek č. 6.



Obrázek 6: Kolejové brzdy

Na koleji č. 37 se nachází vážní místo s trojmostovou váhou SHENK, na které se dá zjišťovat hmotnost vozů jak staticky, tak dynamicky tažením nebo sunutím přes váhu, viz obrázek č. 7. Váha zjišťuje hmotnost s přesností ± 50 kg. Součástí vážního místa je také kamerový systém, který slouží pro kontrolu pořadí vozů tranzitérkou a monitorovací systém „Eberline“, který detekuje zvýšený výskyt radiace v jednotlivých vozech. Při výskytu radiace v některém z vozů se vlak rozřadí a tyto vozy se odstavují nejčastěji na kolej č. 32. Po uplynutí dvanácti hodin se kontrolně přeměří, zda nedošlo k chybnému měření. Pokud je opět detekován vyšší výskyt radiace, tak se k odstavenému vozu přivolají složky hasičského záchranného sboru AMO, které vyhotoví záznam o měření a pokusí se lokalizovat prvek vyzařující radiaci. Nejčastější výskyt radioaktivních prvků je ve vozech se šrotem, kde se mohou vyskytovat např. staré plechovky s barvami obsahujícími nebezpečné složky. Pokud vůz ani na třetí pokus neprojde systémem „Eberline“, popř. měření HZS, tak dochází k odstavení vozu a zaslání požadavku na odsun odesílateli.



Obrázek 7: Vážní místo (kolejová váha, systém "Eberline" a monitorovací systém s osvětlením)

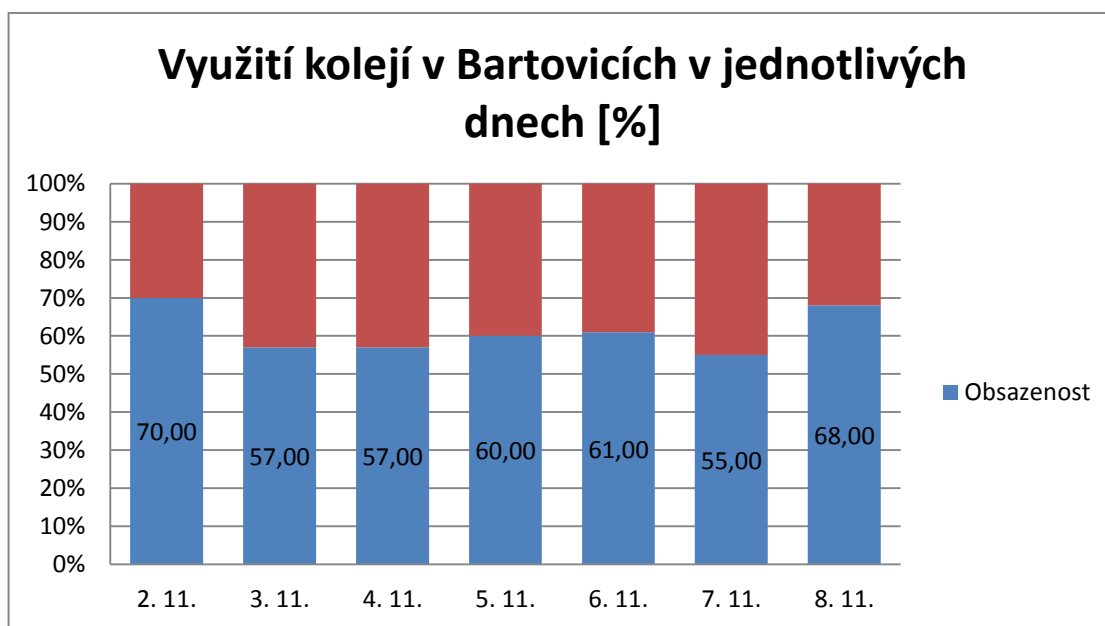
Na obrázku č. 8 je znázorněn celkový pohled na svážný pahrbek, prostřednictvím kterého dochází k rozřadování souprav vozů cílových vlaků.



Obrázek 8: Svažný pahrbek

1.5 Vytíženost kolejí

Vytíženost dopravního kolejiště při vstupu na vlečku ve sledovaném období v roce 2015, je znázorněna v grafu č. 3.



Graf 3: Obsazenost vjezdového kolejiště v období 2. 11. – 8. 11. 2015

Minimální vytížení kolejí je 55 % a bylo zjištěno dne 7. 11. 2015 a maximální vytížení 70 %, které bylo zjištěno dne 2. 11. 2015.

Na grafu č. 4 je zpracována obsazenost vjezdového kolejiště v průběhu dne 2. 11. 2015, kdy byla obsazenost kolejiště nejvyšší z celého sledovaného období. Červeně značená pole znamenají obsazení koleje vlakem, zeleně volnou kolej.

Obsazenost jednotlivých kolejí dne 2. 11. 2015																								
Č. koleje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14																								
18																								
20																								
22																								
24																								
26																								
28																								

Graf 4: Znáznornění obsazenosti jednotlivých kolejí dne 2. 11. 2015

1.6 Proces zpracování vlaku

Jedna z možností, jak zvýšit propustnost vjezdového kolejiště je zkrátit dobu obsazení kolejiště soupravami cílových vlaků. Za účelem zjišťování možností zkrácení doby obsazení je nutno prověřit, zda se v průběhu pobytu soupravy od cílového vlaku na vjezdovém kolejišti nevyskytují časové rezervy v procesu zpracování, jejichž odstranění by umožnilo dobu pobytu na vjezdové koleji zkrátit.

Za tím účelem byla nejdříve zmapována technologie odbavení soupravy cílového vlaku na vjezdové koleji vlečkové stanice.

Pro ukázkou informačního zdroje o průběhu odbavení vlaku na vstupu bude prezentován průběh odbavení pro vybranou náhodnou soupravu s rudou (nejpočetnější komodita) a dopravce ČDC (nejvyužívanější dopravce). Pro ukázkou byl zvolen tento vlak, kde jsou řádně vyplněny všechny časové záznamy, což, bohužel, zdaleka neplatí pro všechny vlaky vstupující v uvedeném období na vlečku.

ID	Kolej	Početvozů	Materiál	Dopravce	Příjezd		DodáníNL		VozmistrAMOz		VozmistrAMOk	
					Datum	Čas	Datum2	Čas3	Datum4	Čas5	Datum6	Čas7
4901	20	32	Ruda	ČDC	6.11	22:35	6.11	23:05	6.11	23:30	7.11	0:40

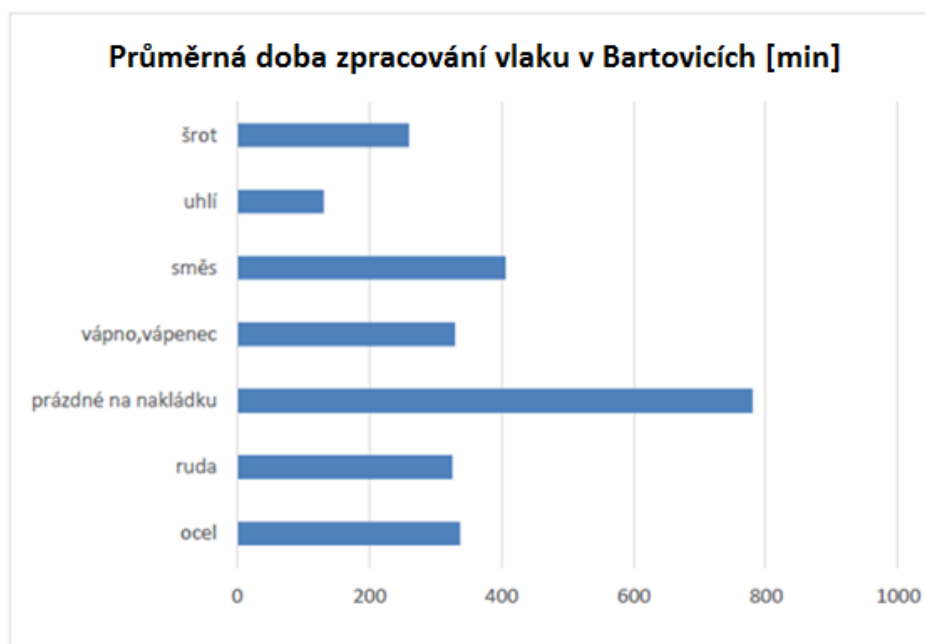
VozmistrČDCz		VozmistrČDCK		Časpohotovosti		Začátek		Konec		Odjezd		Poznámka	
Datum8	Čas9	Datum10	Čas11	Datum12	Čas13	Datum14	Čas15	Datum16	Čas17	Datum18	Čas19	Kam	Komentář
6.11	23:55	7.11	1:20	7.11	2:00	7.11	2:30	7.11	3:00	7.11	3:05	ru	Mitura

Tabulka 4: Ukázkou vyplněného formuláře v MS Excel

Před uváděnými daty a časy začátku zpracování je zde ještě uvedeno pořadové číslo vlaku v daném roce, kolej, na kterou daný vlak přijel, počet vozů, komodita kterou vlak převáží a dopravce. Poté se jako první záznam zde nachází **příjezd** vlaku na vjezdové kolejiště (po příjezdu následuje zajištění vozidel proti ujetí a odvěšení hnacího vozidla). Poté se čeká na **doručení nákladních listů** zaměstnankyní ČDC, a.s. Tento čas je ovlivněn i tím, zda v blízké době není plánován příjezd dalšího vlaku. V takovém případě tranzitérka ČDC čeká až na příjezd druhý vlak a doručí přepravní dokumentaci najednou. Tato časová zdržení jsou dobře patrná z tabulky vyplňované výpravčími, kdy se časy doručení přepravní dokumentace mohou pohybovat v rozmezí od 3 min do 148 min. Po kontrole nákladních listů dochází k **technické prohlídce vozů** ze strany zaměstnanců AMO (Vozmistr AMOz = začátek prohlídky, Vozmistr AMOk = konec prohlídky) a zároveň zaměstnance ČDC (obdobný zápis jako u AMO). **Časem pohotovosti** je vyjádřen čas, kdy jsou všechny vstupní náležitosti ukončeny (provedení technických prohlídek vozů, kontrola NL, popř. proclení) a vlak je připraven ke vstupu na vlečku. **Doba zpracování** udává dobu potřebnou pro zjišťování hmotností vozů, popř. rozřazení soupravy vozů na svažném pahrbku. Jako poslední je uvedená **doba odjezdu**, včetně místa určení, kde daný vlak směřuje.

Z tabulky č. 4 jsou patrné časy zahájení a ukončení jednotlivých procesů, které se v souvislosti s odbavením dané soupravy provádějí. Kontrola technického stavu vozů zaměstnancem AMO byla provedena za 70 min, zatímco kontrola zaměstnancem ČDC trvala 85 minut. Ukončení všech vstupních formalit pro přijetí soupravy na vlečku nastalo v čase 3:05, tedy celková doba zpracování soupravy činila 270 minut. Daná souprava byla poté odsunuta na rudiště.

Orientačně je uveden graf č. 5, který ukazuje průměrnou dobu zpracování vlaků podle jednotlivých komodit. Zdroji byly doby zpracování vlaků v roce 2015.

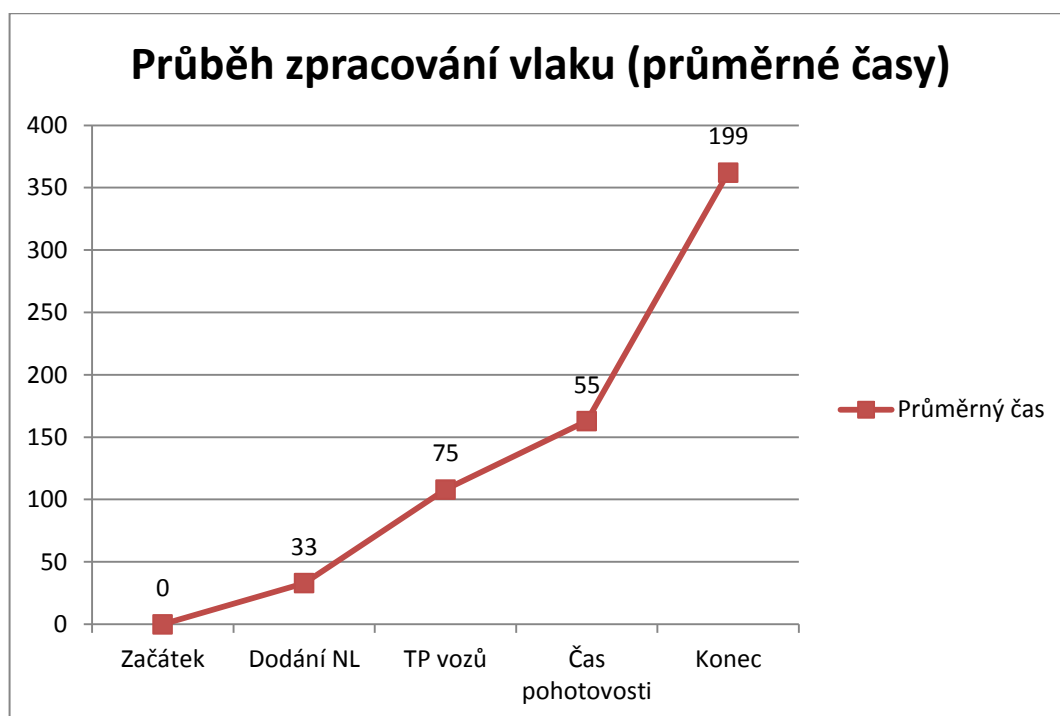


Graf 5: Průměrná doba zpracování vlaku v roce 2015

V tomto případě je ale důležitější se zaměřit na zvolené období od 2. 11. 2015 do 8. 11. 2015. Technická prohlídka vozů zaměstnancem ČDC probíhala pouze u vozů společnosti ČDC. K dispozici je tedy celkem 110 vlakových souprav různých dopravců naložených různými komoditami. U všech vlaků je k dispozici čas dodání nákladních listů, který v průměru činí 33 min. Průměrná doba technické prohlídky jednoho vlaku vozmistry AMO trvala 47 min, průměrná doba technické prohlídky vozmistry ČDC, a.s. trvala 75 min. U vlaků přepravujících uhlí společností ČDC existuje výjimka a neprobíhá technická prohlídka vozů ani zaměstnancem AMO ani zaměstnancem ČDC a tyto vlaky vstupují přímo do areálu.

Tabulka s příjezdy vlaků a časy jejich zpracování bude umístěna v příloze, včetně uvedení průměrných časů.

Na grafu č. 6 je znázorněn průběh zpracování vlaku, kdy za začátek zpracovávání je určen příjezd vlaku na vlečku a konec je vyjádřen jako konec zpracování vlaku (pak již následuje jeho odsun na konkrétní místo určení).

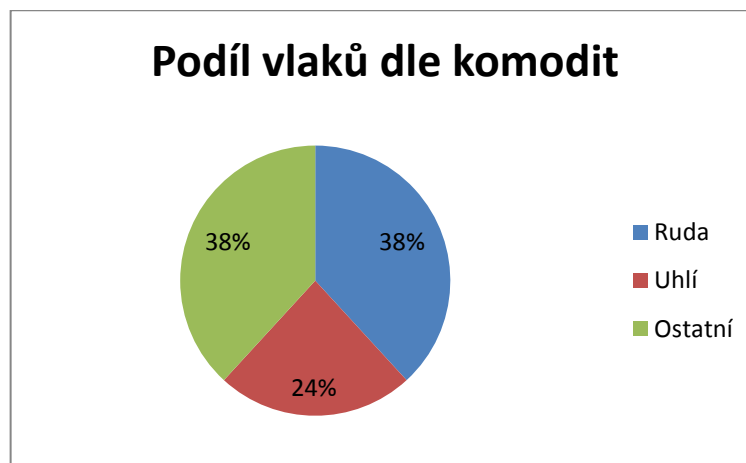


Graf 6: Průběh zpracování vlaku [min]

U hodnoty technické prohlídky vozů byla použita hodnota vyšší, a to 75 min (platí pro vozmisty ČDC), jelikož technická prohlídka zaměstnanců AMO probíhá rychleji a její průběh je ukončen vždy před koncem prohlídky zaměstnance ČDC. Výsledná hodnota pro průměrnou délku zpracování vlaku v období 2. 11. 2015 – 8. 11. 2015 je tedy 362 min.

1.7 Přísun komodit

Jelikož z celkového počtu 110 vlaků přijíždějících na vlečku v Bartovicích je 26 vlakových souprav s vozy loženými uhlím a 42 souprav s vozy s rudou, bude pozornost zaměřena zejména na obsluhu těchto dvou typů vlaků.



Graf 7: Podíl vlaků dle komodit (2. 11. 2015 – 8. 11. 2015)

Železná ruda se v současnosti dováží zejména ze Slovenska (70 % z celkového objemu) a to konkrétně z obcí Čierna nad Tisou a Maťovce (země původu rudy Ukrajina a Rusko). Zbytek rudy se dováží z Polska, konkrétně ze stanice Medyka a případně ze zamoří. Pro vlaky přepravující rudu ze zamoří je výchozí stanicí přístav Svinoúšť. Jelikož vyjma souprav ložených ve stanici Medyka se jedná o komodity ze zahraničí (mimo EU), takže v rámci procesu zpracování ve vjezdovém kolejišti vlečkové stanice Ostrava - Bartovice musí dojít k proclení zásilek. Mapa zdrojů železní rudy je uvedena na obrázku č. 9.

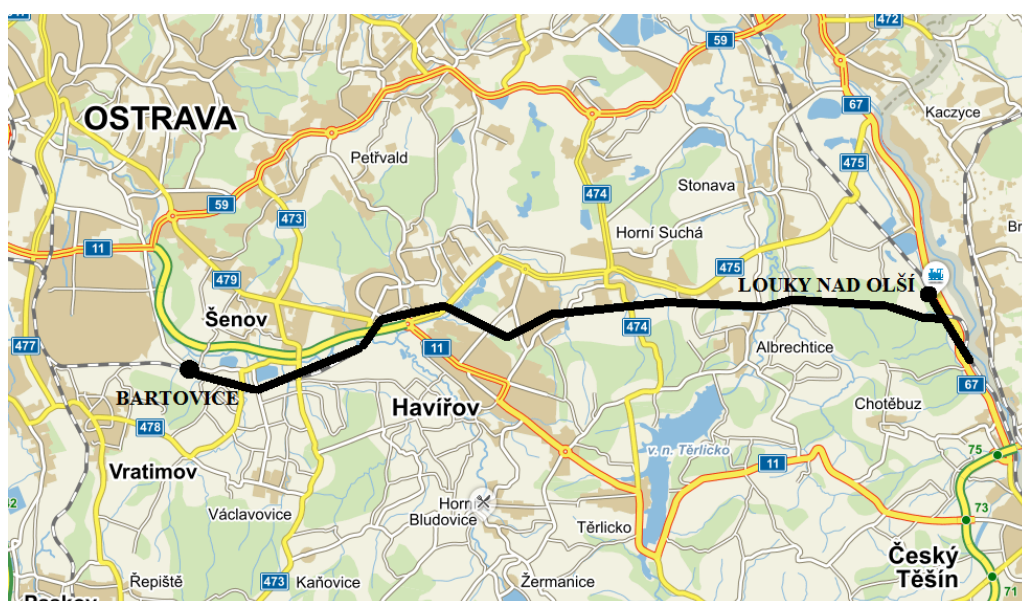


Obrázek 9: Výchozí lokality pro přepravu rudy

Proces proclení probíhá následovně. Pokud jsou vozy po provedení technické a přepravní prohlídky v pořádku, dochází k vyhotovení tzv. souhrnné deklarace (SD).

Pro zpracování SD je využíván software společnosti fa ADMIIA Orlová, který je schválen celním úřadem jako kompatibilní aplikace. Po jejím vyhotovení se SD automaticky odešle na celní úřad v Paskově. Vyhotovení SD trvá v průměru 60 min v závislosti na počtu zpracovaných nákladních listů. U vlaků s více druhy materiálu a více nákladními listy se může doba zpracování SD prodloužit až na 1,5 – 2 hodiny. Po odeslání SD se čeká na odezvu z celního úřadu o přijetí SD, což trvá zpravidla 30 minut. Následně může být umožněn vjezd vlaku na vlečku.

Uhlí se do společnosti AMO přepravuje ze stanice Louky nad Olší. Jelikož tato komodita je dovážena z území ležícího v České republice, tak neprochází procesem celního řízení. Na obrázku č. 8 je uvedena trasa vlaků přepravujících uhlí.



Obrázek 10: Výchozí lokalita pro dopravu uhlí

2 Analýza příčin nízké propustné výkonnosti stanice

2.1 Nedostatek elektrifikovaných kolejí

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, je jedním z důvodů nízké propustnosti (hlavně s výhledem do budoucna) nedostatek elektrifikovaných kolejí. Elektrifikovanými kolejemi nejsou staniční koleje č. 26 a 28, které je možno pojíždět pouze s lokomotivami s nezávislou trakcí. Navíc chybějící propojení kolejí č. 26 a 28 neumožňuje vlakům vstupujících na vlečku po koleji č. 28 bez využití jiné staniční koleje absolvovat průjezd přes kolejovou váhu a projít procesem rozřazení na svážném pahrbku.

V případě, že dojde k úplnému útlumu dovozu uhlí od společnosti OKD, a.s. a přeprava od jiných dodavatelů bude prováděna lokomotivami s elektrickým pohonem, tak může docházet k častějším odstávkám vlaků na síti SŽDC.

Kolej č. 26 je takřka připravená k elektrifikaci, jelikož většina sloupů pro vedení trakce je umístěna mezi kolejemi č. 26 a 28 a tím tak připravena na tuto úpravu.

V případě elektrifikace koleje č. 28 by muselo dojít k investici, která by tak byla ekonomicky mnohem náročnější. Pokud by nedošlo k zavedení elektrické trakce nad obě koleje, tak hrozí riziko, že kolej č. 28 nebude v budoucnu využívána (při vyřazení zbytku diesellových lokomotiv), nicméně její elektrifikace v současnosti vzhledem ke konfiguraci jejího napojení nebude mít takřka žádný vliv na zvýšení propustnosti.

Na obrázku č. 11 je vidět vjezdové kolejiště, včetně napojení na kolej č. 14. Tento pohled je situován od svažného pahrbku směrem na vstupní výhybku na vlečku č. 50. Sloupy trakčního vedení jsou umístěny mezi kolejemi č. 26 a 28 (pro lepší viditelnost přiložen obrázek č. 12).



Obrázek 11: Pohled na vjezdové kolejiště od svažného pahrbku



Obrázek 12: Sloupy trakčního vedení mezi kolejemi č. 26 a 28

2.2 Zdlouhavý proces zpracování vlaku při vstupu na vlečku

Značné prostoje souprav vozů na dopravních kolejích vlečkové stanice Ostrava – Bartovice jsou vypočítávány ze záznamů o zpracování vlaků. Celková doba zpracování vlaku, myšleno zpracování dokumentů a provedení technických prohlídek vozů, je v průměru 134 min (od příjezdu vlaku po čas pohotovosti).

Největší slabinou se zde jeví doba dodání nákladních listů, která v průměru trvá 33 min, což je v kontrastu s minimální dobou, která činí 3 min. Základní příčinou neuspokojivého stavu je fakt, že se dokumenty přenášejí od vlaku ve fyzické podobě, což by se dalo odstranit např. zasíláním dokumentace v elektronické podobě. Příčinou je

rovněž vzdálenější umístění pracoviště vozové a přepravní kanceláře ČDC. Zatímco v minulosti bylo toto pracoviště umístěno ve vedlejší budově zaměstnanců AMO, tak dnes je pracoviště umístěno až ve staniční budově železniční stanice Ostrava – Bartovice. Navíc, jak již bylo zmíněno, pokud je v krátkém sledu naplánován příjezd dvou vlaků po sobě, tak se čeká na příjezd druhého vlaku a teprve poté dojde ke společnému doručení nákladních listů od obou vlaků. Možnost zasílání vlakové dokumentace elektronicky by v dnešní době nemělo činit větší potíže. Podmínkou je kompatibilita software dopravce ČDC a vlečkaře AMO.

Technická prohlídka vozů společnosti ČDC je v současnosti prováděna pouze jedním vozmistrem, zatímco v minulosti tuto prohlídku prováděli vozmistři dva. Tím dochází k navýšení času na tuto prohlídku. Dalším problémem průběh technické prohlídky vozů, kdy se čeká na dodání nákladních listů ze strany ČDC a až poté dochází k přepravní prohlídce. V současnosti jsou technické závady na vozech zaznamenávány do odevzdávkového listu, který je v jedné kopii ponechán u tranziterek AMO a jedna kopie se předává tranzitérce ČDC.

Návrhy na zlepšení této situace jsou rozepsány v kapitole věnované návrhu řešení.

Na obrázku č. 13 je znázorněná trasa, kterou musí tranzitérka ČDC absolvovat, aby mohlo dojít k předání nákladních listů. Vzdálenost této trasy je přibližně 400 m. Při počtu cca 16 vlaků za 24h, jde denně o 20 km.



Obrázek 13: Trasa tranzitérky ČDC potřebná pro předání NL

2.3 Nedostatek lokomotiv ve společnosti AMO

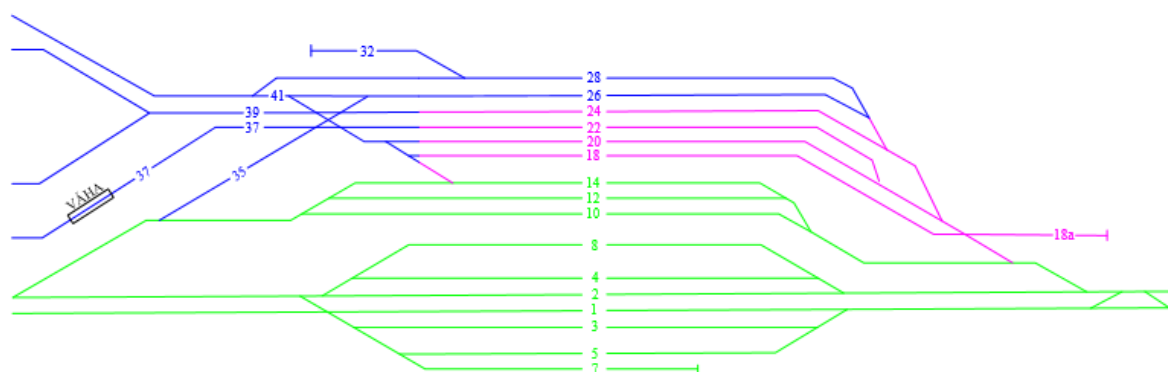
Nedostatek personálu spolu s nedostatkem lokomotiv způsobil, že lokomotiva, která v minulosti byla trvale přiřazena vlečkové stanici Ostrava - Bartovice a sloužila

pouze pro manipulaci s přistavenými vozy, je využívána pro potřeby vlečky i na jiných provozech. Všechny lokomotivy jsou rozmístěny po vlečce, kde vykonávají služby pro jednotlivé závody a v případě potřeby jsou přivolané do Bartovic. Bohužel, z podkladů dodaných AMO, nelze jednoznačně určit, zda doba čekání na zpracování vlaku je způsobená pouze čekáním na příjezd lokomotivy, nebo kombinací čekání na příjezd lokomotivy a působení dalšího faktoru, např. uvolněním koleje v místě určení (např. na rudišti jsou pro vykládku pouze 3 manipulační koleje). Zjištěno tak pouze bylo to, že průměrná doba mezi časem pohotovosti a začátkem manipulace se soupravou je 172 min. Minimální a maximální časy jsou v tomto případě 0 min (se soupravou bylo manipulováno okamžitě po procesu zpracování) a 1 030 min. Jelikož je areál společnosti poměrně velký a na vlečce platí maximální rychlost 20 km.h^{-1} , tak někdy může trvat delší dobu, než nastane příjezd určené lokomotivy do vlečkové stanice Ostrava – Bartovice.

3 Návrhy opatření ke zvýšení propustnosti

3.1 Zvýšení počtu elektrifikovaných kolejí

Na obrázku č. 14 je ještě jednou pro přehlednost zobrazen současný stav, kdy zeleně je označena infrastruktura ve vlastnictví SŽDC, modře jsou zvýrazněny koleje AMO bez elektrické trakce a fialovou barvou koleje společnosti AMO s elektrickou trakcí. V následných návrzích jsou použité totožné barvy pro označení majetku, popř. elektrifikace.



Obrázek 14: Schéma současného stavu kolejí na vjezdovém kolejišti

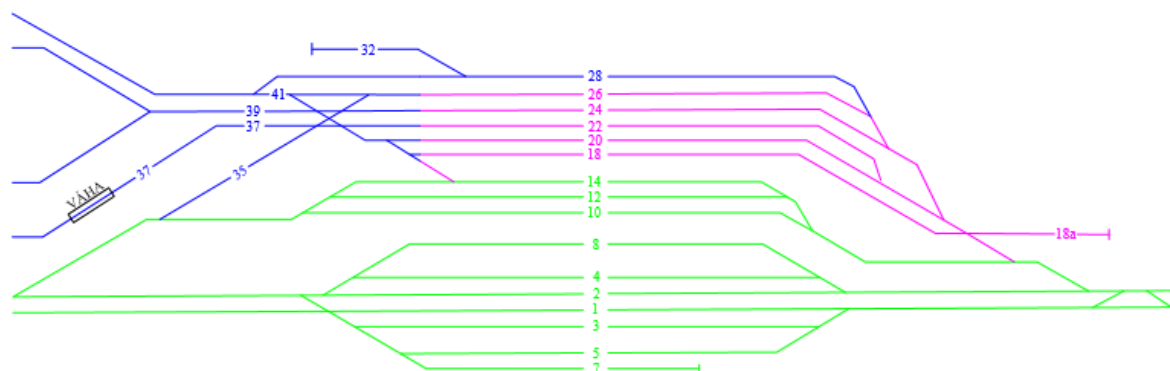
Jednou z možností, jak zvýšit propustnou výkonnost dopravního kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice je vybudování trakčního vedení i nad kolejemi č. 26 a 28. Otázkou zůstává, nakolik by elektrifikace vjezdových kolejí napomohla zvýšení propustnosti. V současném stavu (v období 2. 11. 2015 až 8. 11. 2015) vstoupilo na vlečku 29 souprav taženo lokomotivami s nezávislou trakcí. Z tohoto počtu bylo 20 souprav naloženo uhlím, přičemž tyto soupravy ani neprojíždějí přes váhu, ani u nich nedochází k technické prohlídce vozů. Dá se tak říci, že vjezdovým kolejištěm v Ostravě – Bartovicích pouze projíždějí.

3.1.1 Elektrifikace koleje č. 26

Jak už bylo zmíněno, tak kolej č. 26 je v současnosti (v termínu 2. 11. 2015 až 8. 11. 2015) nejméně využívána, její využití činí pouze 8,18% (viz Tabulka č. 2), zatímco využití

elektrifikovaných kolejí se pohybují v rozmezí od 15,45 % do 18,18 %. Jelikož se má v budoucnu snižovat přísun komodit lokomotivami s nezávislou trakcí, tak tato hodnota bude pravděpodobně dále klesat. Elektrifikaci pouze této koleje podporuje také fakt, že je propojena s kolejí vedoucí na svažný pahrbek přímo a nebylo by třeba dalších investic do infrastruktury jako v případě koleje č. 28. Další výhodou je již umístění sloupů pro trolejové vedení, kdy sloupy pro toto vedení jsou umístěny mezi kolejemi č. 26 a 28, tudíž odpadá nutnost výstavby sloupů.

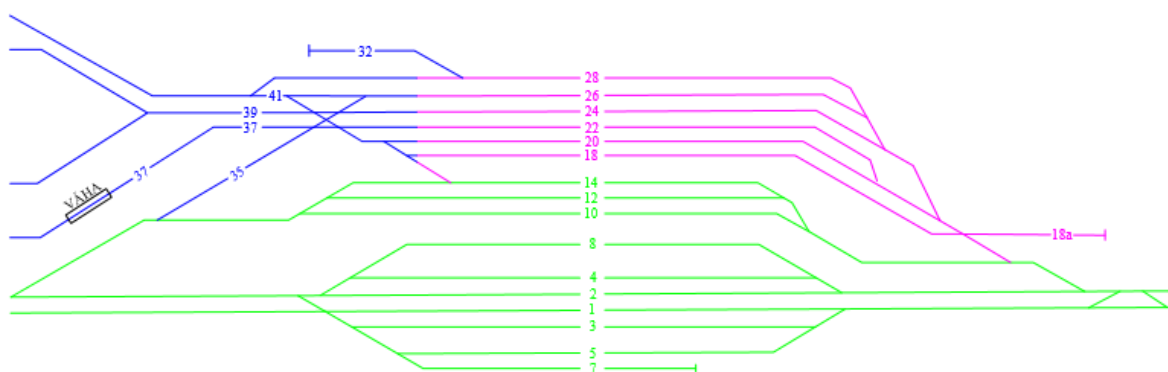
Při nedostatku volných kolejí na vjezdovém kolejišti s elektrickou trakcí by tak nedocházelo k jeho odstavení mimo kolejiště AMO. Zavedení troleje nad tuto kolej by tak bylo dozajisté dobrou výhledovou investicí, zvláště v případě, kdy dojde k pozastavení dodávky uhlí z OKD, a.s. (popř. ČR).



Obrázek 15: Schéma vjezdového kolejiště po elektrifikaci kol. č. 26

3.1.2 Elektrifikace kolejí č. 26 a 28

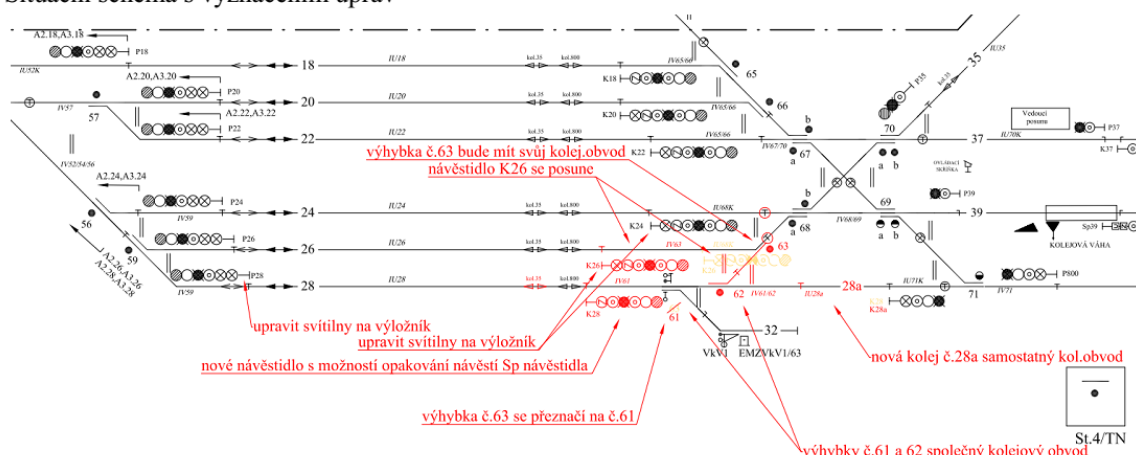
Další možnou variantou pro zvýšení počtu kolejí s elektrickou trakcí je elektrifikace obou kolejí č. 26 a 28. Tato varianta by byla mnohem nákladnější, jelikož by muselo dojít k celkové výstavbě trolejového vedení nad kolejí č. 28. Tato kolej navíc není napojena na kolejiště vedoucí ke svažnému pahrbku, což snižuje její význam a bylo by tak potřeba dalších investic pro odstranění tohoto nedostatku. Využitelnost koleje č. 28 je ke vztahu k ostatním kolejím 11,82 %, takže dokud nedojde k rozhodnutí o výhledovém úplném ukončení přísunu komodit s lokomotivami s nezávislou trakcí, tak tato úprava nemá větší opodstatnění.



Obrázek 16: Schéma vjezdového kolejiště po elektrifikaci kol. č. 26 a 28

V případě elektrifikace kolejí č. 26 a 28 by tak mělo současně proběhnout i napojení koleje č. 28 na svažný pahrbek (viz obrázek č. 17). Toto řešení je již navrženo, nicméně naplánovaná investice není a v dohledné době nejspíš asi ani nebude schválena. Při návrhu tohoto řešení by byly použity výhybky 1:9 – 190 na betonových pražcích. Dále by muselo dojít k přeznačení výhybek, přemístění návěstidla, úpravě svítilny na výložníku a dalším úpravám. Zároveň by došlo ke snížení užitečných délek kolejí č. 26 a 28. Užitečná délka koleje č. 26 by se snížila na 676 m (současná užitečná délka 700 m) a u koleje č. 28 by se snížila na 665 m (současná užitečná délka činí 796 m).

Situační schéma s vyznačením úprav



Obrázek 17: Situační schéma propojení kolejí č. 26 a 28

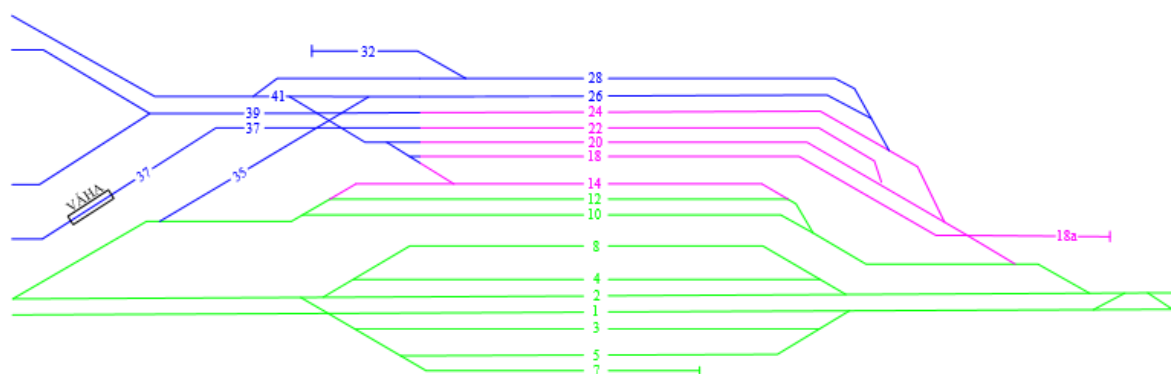
3.1.3 Odkup koleje č. 14 od SŽDC

Další variantou na zvýšení propustnosti je odkup koleje č. 14 od SŽDC. Nevýhodou je, že stále patří do vlastnictví SŽDC a může být zároveň využívána i ČDC. Pokud je tedy na této koleji odstavena vlaková souprava společnosti ČDC, tak odpadá možnost pro její využití společností AMO.

Od tohoto opatření však nelze očekávat zásadní nárůst propustnosti, jelikož tato kolej je již společností AMO využívána a to zcela bezplatně. V současnosti její podíl na vjezdu vlaků na vlečku činí 13,64 % (viz Tabulka 2). Kolej je napojená na svažný pahrbek a připojení této koleje k vjezdovému kolejišti by tak nečinilo velké problémy. Muselo by dojít k úpravě zabezpečovacího zařízení a možnosti ovládání výhybek.

Nicméně, i tak by odkup této koleje měl být zvažován, jelikož není jisté, jak dlouho bude trvat stav, kdy užívání koleje č. 14 není zpoplatněno. Mohlo by se stát, že dopravce ČDC by opět zavedl poplatky za užívání této koleje, popř. by zabránil jejímu využívání úplně, což už by mohlo mít na celkovou propustnost vlečkové stanice zásadnější dopad.

Dalším řešením s výhledem do budoucna by pak mohl být ještě odkup kolejí č. 10 a 12, které jsou v majetku SŽDC. Ovšem chybějící napojení na spádoviště a ostatní koleje tuto variantu výrazně komplikuje. Dále by bylo nutno uvažovat s vysokými náklady na odkup těchto kolejí.



Obrázek 18: Schéma vjezdového kolejiště po odkupu koleje č. 14

3.2 Urychlení procesu zpracování vlaku

Nejjednodušším způsobem pro zvýšení propustnosti na vjezdovém kolejišti vlečky AMO se tak jeví úprava procesu zpracování nákladního vlaku. Tyto prostoje vznikají jak u předávání nákladních listů, tak u procesu technické prohlídky vozů (nevhodný technologický postup).

Doručování nákladních listů v elektronické podobě se jeví jako vhodná možnost úspory času, jelikož některé hodnoty těchto prostojů jsou velmi vysoké. Jelikož se jedná pouze o 3 ks nákladních listů (výjimečně 4 ks, jeden nákladní list = 1 list A4 oboustranně potištěný) a jeden soupis vozů, tak by nemělo docházet k prostojům větším než při nynějším stavu. V dnešní době, kdy dochází i k elektronickému podpisu při bankovních službách, by neměl být problém orazítkovat a stvrdit podpisem nákladní listy, které by se zaslaly zpět tranzitérce ČDC a uschovaly se na vzdáleném uložišti pro případnou kontrolu v budoucnu na obou stranách. Ovšem zkušenosti z praxe napovídají tomu, že zavedení tohoto systému předávání průvodních listin na stranách dopravce a vlečkaře je obtížně proveditelné.

Jediným řešením se tak stává dodržování jednoho z bodů ve vlečkové smlouvě mezi dopravcem a vlečkařem, který říká, že průvodní listiny (NL a soupis vozů) musí být předány ke kontrole nejpozději v hodině předávky vozů na vlečku. Dodržováním tohoto bodu ve smlouvě dojde k výraznému snížení prostojů v předávání nákladních listů a zamezí se tak situaci, kdy technická prohlídka vozů bude ukončena před předáním NL.

Technickou prohlídku (TP) vozů ze strany zaměstnanců AMO je možno přizpůsobit podmínkám pro TP zaměstnanců ČDC (vycházejícího z předpisu Českých drah V62 „Provozně technický předpis pro železniční vozy“) [3]. Vozmistři AMO by tak očekávali příjezd vlaku u vjezdové koleje a sluchem a vizuálně by sledovali stav vozů i nákladu na nich naložených. Tyto technické nebo ložné závady (smyk dvojkolí nebo jeho vadný chod, horká ložiska hlučná nebo jinak poškozená, plochá místa na kolech, uvolněné plachty nebo jiné části vozu a nákladu, únik přepravovaných substrátů apod.) by byly po zastavení vlaku důsledně prohlédnuty a nahlášeny vozmistru ČDC. Poté by došlo k TP vozů zaměstnanci AMO, kdy se kontroluje technický stav vozidla, zároveň porovnání stavu vozidla se stavem na který upozorňují nálepky a tiskopisy vystavené při předchozí technické prohlídce. Při rozdílu technického stavu vozu se provede potřebné polepení (přelepení). Všechny závady se zaznamenávají do „Záznamníku vozových závad“. Tato

technická prohlídka by tak byla kompletně prováděna zaměstnanci AMO a její průběh by byl potvrzen zaměstnancem ČDC. Tím by došlo jak k urychlení technické prohlídky vozů, ale také k urychlení zpracování vlaku, jelikož se nemusí čekat na doručení nákladních listů vozmistrům. V současnosti se na toto doručení čeká, aby při nekompletních nebo chybných nákladních listech neprobíhala technická prohlídka vozů zbytečně. Jelikož není výskyt takto chybných nákladních listů nikterak vysoký, tak požadavek na dodání nákladních listů není zásadní.

Pro následující výpočty se tak rozebírají časy všech 110 vlaků ve sledovaném termínu, aby došlo k co nepřesnějším hodnotám úspory časů. Je zohledněn počet nákladních vozů zařazených za hnacím vozidlem a časy příjezdů (pokud přijede následující vlak, kdy v době TP předchozího vlaku, tak technickou prohlídku vozů za jízdy následného vlaku není možné z objektivních důvodů zabezpečit).

Dodání nákladních listů trvá v současnosti průměrně 33 minut. Pokud se nezmění systém předávání průvodních listin (elektronicky), tak musí alespoň dojít k dodržování lhůty stanovené ve vlečkové smlouvě. Nesmí totiž dojít k situacím, kdy u vlaků s méně vozy by technická prohlídka byla ukončena před doručením těchto listin.

Začátek technické prohlídky vozů tedy začíná již s příjezdem vlaku na vjezdové kolejiště vlečky (mimo 18 vlaků s uhlím společnosti ČDC). Ke stanovení časové náročnosti technické prohlídky vlaku bude použita průměrná doba potřebná na kontrolu jednoho vozu, která činí 106 s (hodnota z reálného provozu, včetně chůze z/do budovy pro zaměstnance k vlaku ve sledovaném termínu). Jako rezervu bude přičteno 5 min určených pro příchod k vjezdovému zhlaví. Pokud použijeme totožné doby zpracování, tzn. časy mezi ukončením technické prohlídky vozů a koncem doby zpracování budou stejné, tak dostaneme časy úspor. Doba potřebná pro technickou prohlídku jednoho vozu se prodloužila z důvodu prostojů při pochůzce na zhlaví. Nyní doba potřebná pro technickou prohlídku jednoho vozu činí 118 s, ale tím, že s kontrolou bude započato ihned po příjezdu vlaku, tak se celková doba zpracování nákladního vlaku zkrátí, viz následující grafy

Pro srovnání byl zvolen jako v předchozím případě (den s nejvyšší obsazeností kolejí) den 2. 11. 2015, kdy byla nejvyšší obsazenost kolejiště, což není úplně vhodné, jelikož se zde nepromítá úspora časů u vlaků z předchozího dne, proto je v následujícím grafu znázorněn den 6. 11. 2015, kdy se úspory projeví viditelněji.

Obsazenost jednotlivých kolejí dne 2. 11. 2015																								
Č. koleje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14																								
18																								
20																								
22																								
24																								
26																								
28																								

Obsazenost jednotlivých kolejí dne 2. 11. 2015																								
Č. koleje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14																								
18																								
20																								
22																								
24																								
26																								
28																								

Graf 8: Rozdíl před a po aplikaci nového procesu zpracování vlaků

Obsazenost jednotlivých kolejí dne 6. 11. 2015																								
Č. koleje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14																								
18																								
20																								
22																								
24																								
26																								
28																								

Obsazenost jednotlivých kolejí dne 6. 11. 2015																								
Č. koleje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14																								
18																								
20																								
22																								
24																								
26																								
28																								

Graf 9: Rozdíl před a po aplikaci procesu zpracování vlaku dne 6. 11. 2015

Dne 6. 11. 2015 jsou již časové úspory patrnější (neleží na začátku týdne, kde mají vliv na obsazenost časově neupravené doby pro odbavení souprav vlaků z předchozího dne). Obsazenost kolejí v původním stavu byla 61 %, zatímco obsazenost kolejí po provedení úsporných opatření činila 49 %.

Další možností, jak urychlit proces odbavení souprav vlaků v dopravním kolejišti vlečkové stanice Ostrava – Bartovice je urychlení procesu proclení souprav vlaků příjezdějících ze zemí mimo EU. Urychlení procesu proclení se však nejeví jako snadný návrh pro změnu. Zpracování souhrnné deklarace tranzitérkami AMO nelze příliš urychlit. Jedinou možností zde je změna softwaru za jiný, schválený a kompatibilní s celním

úřadem. Otázkou však je, zda by u daného softwaru byla odezva celního úřadu rychlejší či nikoliv. Avšak, i když by zde pravděpodobně došlo ke snížení doby potřebné pro proces proclení, nebyla by časová úspora tak markantní jako v předchozím případě.

3.3 Přiřazení lokomotivy na třídící nádraží v Bartovicích

V současnosti sice má třídící nádraží v Bartovicích přiřazenu jednu lokomotivu pro své účely, ale ta je z důvodu nedostatku hnacích vozidel v areálu využívána i v jiných provozech. V případě potřeby a nutnosti odsunu již zpracované vlakové soupravy z vjezdového kolejiště je tedy v současnosti přivolána kterákoliv z lokomotiv nasazených ve směně. Tyto požadavky se řeší operativně a prioritu určuje hlavní výpravčí směny s pracovištěm na správní budově závodu Doprava. Ze záznamů pořizovaných výpravčím v Bartovicích navíc nelze získat časovou hodnotu prostoje způsobenou čekáním na lokomotivu. Nelze tak jednoznačně říci, byla propustná výkonnost negativně ovlivněna nedostatkem volných kolejí v místě vykládky suroviny, nízkou kapacitou rozmrazovacích hal v zimních měsících, nedostatkem hnacích vozidel, či blokováním dopravní cesty z důvodu posunu, nebo špatného technického stavu. Důsledkem je pak průměrná doba čekání soupravy na dobu odsunu dovnitř areálu, která v daném týdnu činila 2h a 52 min.

3.4 Přejímka vlakové soupravy mimo vlečku AMO

Jako jedna z možností zásadnějšího zvýšení propustnosti na vjezdových kolejích se jeví přejímka vlakové soupravy s rudou obdobně jako je tomu se soupravami přepravujícími uhlí. Při přepravě uhlí společností ČDC nedochází k technické prohlídce vozů vozmistry ani dopravce, ani vlečkaře. Dopravce ČDC pouze dodá nákladní listy a po jejich kontrole je vlaku umožněn vjezd na vlečku, kde zaměstnanci ČDC provádějí vykládku vlaku. Tímto je proces zpracování vlaku zkrácen o technické prohlídky vozů, i o případné rozřazování, jelikož se jedná o ucelené vlaky. Jelikož je ruda přepravována ze zahraničí (mimo EU, místa přejímky vozů dopravcem ve státech Polsko a Slovensko), tak musí dojít při přejímce i k proclení.

Jelikož se areál společnosti AMO nachází v kraji s vysokou koncentrací seřaďovacích nádraží, tak by přejímka vlaků mohla být prováděna na okolních seřaďovacích nádražích. Jako možné se pak jeví hlavně stanice Třinec, Český Těšín, Bohumín – Vrbice, Ostrava – Kunčice, popř. Ostrava – Levé nádraží.



Obrázek 19: Vyznačení seřadovacích nádraží v blízkosti vlečky

U vlakových souprav s rudou přijíždějících ze Slovenska je jako dopravce ČDC. Jediným problémem, aby tato ruda mohla být vykládána stejně jako uhlí, je proces proclení. U rudy dopravované dopravcem PKP Cargo S.A. by byla potřeba technická prohlídka vozů vozmistry AMO. Proto se zde jeví jako nejlepší řešení ponechat vlaky s rudou, přijíždějící z Polska ve stejném režimu, který je uplatňován v současnosti. Hledat možnosti celního odbavení mimo vlečkovou stanici Ostrava – Bartovice by tedy měl vlečkař pouze v případě těch vlaků, které přijíždějí ze Slovenska, a u kterých je potřeba pouze zajistit proces proclení (podle dostupných informací od zaměstnanců AMO je podíl rudy ze Slovenska a Polska 70/30, v zjišťovaném období je poměr 85/15). U vlaků proclených mimo vjezdové koleje vlečky by tak došlo k úspoře cca 90 min na procesu proclení a 75 min na technické prohlídce vozů (vozmistrem ČDC). To by v případě období 2. 11. 2015 – 8. 11. 2015 znamenalo při 35 vlcacích dopravujících rudu dopravcem ČDC úsporu času o cca 5 775 min (96 h a 15 min).

4 Zhodnocení navržených opatření

Účinnost navrhovaných opatření se dá posoudit prostřednictvím výpočtu propustné výkonnosti vlečkové stanice [1]. Protože nejjednodušším a tedy i z hlediska realizace nejprůchodnějším opatřením, která mohou přispět ke zvýšení propustnosti, jsou organizační opatření související se snížením průměrné doby obsazení, bude výpočtem ověřeno, jak se zvýší propustnost dopravního kolejiště po zavedení opatření, která přinesou zkrácení průměrné doby obsazení kolejiště vlaky. Pozornost bude soustředěna pouze na propustnost dopravního kolejiště, protože právě tento prvek infrastruktury je prvkem omezujícím.

V rámci kapitoly 4 budou provedeny celkem čtyři kapacitní výpočty:

- výpočet propustnosti dopravního kolejiště pro současný stav,
- výpočet propustnosti dopravního kolejiště při urychlení procesu zpracování souprav vlaků
- výpočet propustnosti dopravního kolejiště při provádění celní přejímky vlakové soupravy mimo vlečku AMO,
- výpočet propustnosti dopravního kolejiště při provádění celní přejímky vlakové soupravy mimo vlečku AMO včetně zajištění vykládky těchto souprav zaměstnanci ČDC.

4.1 Obecné zásady výpočtu propustné výkonnosti dopravních kolejí

Propustnost dopravních kolejí se stanoví pro každou samostatnou dopravní kolej nebo skupinu dopravních kolejí počtem výpočetních vlaků nebo počtem všech vlaků, které mohou být provezeny po těchto kolejích, zatížených kromě toho i jinými stálými manipulacemi.

Pro výpočet propustné výkonnosti dopravního kolejiště nebude použit upravený postup dle předpisu SŽDC D24, ale původní navržený postup popsany v literatuře [4].

Pro výpočet praktické propustnosti kolejové skupiny použijeme následující vzorec.

$$n = \frac{T \cdot k - \sum t_{stál}}{t_{obs} + t_{ruš}}$$

kde:

n – praktická propustnost dopravního kolejiště [vlak. T^{-1}]

T – výpočetní čas [min. T^{-1}]

k – počet dopravních kolejí ve zjišťované kolejové skupině [-]

$\sum t_{stál}$ – celková doba stálých manipulací, tj. úkonů, jejichž počet se s počtem výpočetních vlaků nemění, např. obsluha vleček a nákladového obvodu, deponování souprav apod. Do stálých manipulací je třeba započítat i dobu na provádění údržby a generální opravy kolejí [min T^{-1}]

t_{obs} – průměrná doba obsazení dopravního kolejiště jedním vlakem [min.vlak $^{-1}$]

$t_{ruš}$ – průměrná doba rušení připadající na jeden pravidelný vlak (pro režim jízdy na kolizním bodu – obousměrně pojížděné koleji při stejné prioritě obou směrů) [min.vlak $^{-1}$]

Výpočet průměrné doby rušení připadající na jeden vlak na obousměrně pojížděné koleji i se provede podle vzorce:

$$t_{ruš_i} = \frac{T_{ruš_i}}{N_i}$$

kde:

$t_{ruš_i}$ - průměrné doby rušení připadající na jeden vlak na obousměrně pojížděné koleji i [min.vlak $^{-1}$]

N_i – počet pravidelných vlaků pojíždějících obousměrně pojížděnou kolej i [-]

$T_{ruš_i}$ – celková doba rušení na kolizním bodu i [min.vlak $^{-1}$]

Výpočet celkové doby rušení na obousměrně pojížděné koleji i $T_{ruš_i}$ se provede podle následujícího vzorce a to jen pro koleje, které jsou obousměrně pojížděny a pro vlaky, které je pojíždějí. Vzorec má tento tvar:

$$T_{ruš_i} = \frac{N_{i_1} \cdot N_{i_2} (t_{obs\ i_1}^2 + t_{obs\ i_2}^2)}{2 \cdot T}$$

kde:

N_{i_1} – počet pravidelných vlaků jednoho směru jízdy ze všech zaústěných tratí, které jedou na obousměrně pojížděnou kolej i [-]

N_{i_2} – počet pravidelných vlaků opačného směru jízdy ze všech zaústěných tratí, které jedou na obousměrně pojížděnou kolej i [-]

$t_{obs\ i\ 1}$ – průměrná doba obsazení obousměrně pojížděné koleje i jedním vlakem z počtu vlaků N_{i_1} [min]

t_{obs2} – průměrná doba obsazení obousměrně pojížděné koleje i jedním vlakem z počtu vlaků N_{i_2} [min]

Celková doba rušení pro všechny kolizní body se vypočítá ze vztahu:

$$T_{ruš} = \sum_i T_{ruš_i} \text{ [min} \cdot T^{-1}]$$

Průměrná dobu rušení připadající na jeden vlak se potom vypočítá ze vztahu:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} \text{ [min} \cdot vlak^{-1}]$$

Kromě praktické propustnosti lze vypočítat také další charakteristiku, a to stupeň obsazení dopravního kolejiště, který je pak dán vztahem:

$$S_{kol} = \frac{N \cdot (t_{obs} + t_{dod})}{T \cdot k - \sum t_{stál}} \text{ [-]}$$

kde:

S_{kol} – stupeň obsazení dopravního kolejiště vlakovou dopravou [-]

t_{dod} – průměrná doba dodatkového obsazení dopravních kolejí, která není obsažená v době t_{obs} a která souvisí s jízdou vlaků, např. objíždění činných lokomotiv vlaků, přichystání zátěže pro tranzitní vlak, dělení vlaků na dvě koleje apod. [min.vlak⁻¹].

4.2 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice v současném stavu

Vstupní hodnoty pro výpočet

Propustná výkonnost dopravních kolejí bude počítána odchýlně od obvyklých období pro výpočetní čas 7 dní. Počet dopravních kolejí bude 7 – jedná se o koleje s číselným označením 14, 18, 20, 22, 24, 26 a 28, do celkového počtu tedy bude započítána i kolej č. 14, jejímž vlastníkem je SŽDC.

Celkový počet vlaků (N) přijíždějících na vlečku za sledované období je 110. K tomuto počtu vlaků musí být připočítán počet průjezdů samostatných lokomotiv vlečkaře za účelem zařazení lokomotivy na konce souprav vzdálenější od svážného pahrbku, protože tyto průjezdy se musí uskutečnit přes dopravní kolejiště. Protože tím, že dopravní kolej obsazená průjezdem lokomotivy vlečkaře nemůže být ve stejné době použita pro odbavení soupravy a naopak, ovlivňují tyto průjezdy celkovou dobu rušení, která má vliv také na propustnost dopravního kolejiště. Počet průjezdů závisí na počtu souprav, se kterými má být posunováno přes svážný pahrbek, v řešeném období se jednalo o 93 vlaků (viz dále). Protože nebylo možno zpětně dohledat data o počtu průjezdů lokomotiv vlečkaře podle jednotlivých staničních kolejí, bude při výpočtu propustnosti uvažováno s následujícím zjednodušením. Průjezdy lokomotiv vlečkaře se v současnosti uskutečňují v převážné míře po staničních kolejích 22 a 24, proto bude při výpočtu propustné výkonnosti dopravního kolejiště uvažováno s průjezdy pouze po těchto kolejích a počty průjezdů po těchto dvou kolejích rozděleny co nejrovnoměrněji, tzn., bude uvažováno s 47 průjezdy po staniční koleji č. 24 a 46 průjezdy po koleji č. 22.

Průměrná doba obsazení koleje zpracovávaným vlakem v daném období činila 301 min.

Stálé manipulace souvisejí především s pravidelnými prohlídkami dopravního kolejiště a jejich celková doba byla stanovena na hodnotu 0,5 h denně.

Průměrná doba dodatkového obsazení kolejí (t_{dod}) se vypočítala v závislosti na typu vlaku. Z tohoto hlediska lze vlaky rozdělit do dvou skupin – na vlaky, u kterých není vyžadován přepřah lokomotivy a vlaky ostatní. V řešeném období není vyžadován přepřah lokomotivy u 17-ti vlaků s uhlím pokračujících dále na vlečku bez nutnosti odbavení v kolejišti vjezdové stanice. U ostatních 93 vlaků dochází po zastavení vlaku ve vjezdovém kolejišti k odvěšení vlakové lokomotivy, jejímu návratu na koleje SŽDC a po ukončení procesu odbavení ve vjezdovém kolejišti k přivěšení lokomotivy vlečkaře. Časy potřebné pro přepřah lokomotivy jsou odhadnuty ve výši 5 min od okamžiku odvěšení do okamžiku zrušení posunové cesty pro odstupující lokomotivu a 10 minut od okamžiku zahájení

stavění posunové cesty pro průjezd lokomotivy vlečkaře do okamžiku přivěšení lokomotivy na konec soupravy.

Nejdříve budou pro jednotlivé koleje vypočítány počty vlaků, které je obsazují (včetně případných počtů průjezdů samostatných lokomotiv vlečkaře), viz tabulka č. 5. Průměrné hodnoty budou zaokrouhleny na celé minuty podle pravidel zaokrouhlování.

Číslo koleje	Směr jízdy, typ VC	Počet vlaků	T _{obs} [min]	t _{obs} [min]
14	od Šenova, vlak se zpracováním	14	4 912	350
	od Kunčic, vlak se zpracováním	1	195	195
18	od Šenova, vlak se zpracováním	17	5 187	305
	od Kunčic, vlak se zpracováním	3	1 094	364
20	od Šenova, vlak se zpracováním	15	6 350	423
	od Kunčic, vlak se zpracováním	2	822	411
22	od Šenova, vlak s uhlím	1	45	45
	od Šenova, vlak se zpracováním	12	4 242	354
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 516	379
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	46	460	10
24	od Šenova, vlak s uhlím	1	19	19
	od Šenova, vlak se zpracováním	10	3 264	326
	od Kunčic, vlak se zpracováním	8	3 285	411
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	47	470	10
26	od Šenova, vlak s uhlím	2	27	14
	od Šenova, vlak se zpracováním	3	514	171
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 389	347
28	od Šenova, vlak s uhlím	13	294	23
Σ, Ø		203	34 085	168

Tabulka 5: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti v současném stavu

Nejdříve tedy se stanoví hodnota výpočetního času:

$$T = 7 \cdot 24 \cdot 60 = 10\,080 \text{ min}$$

Vypočítáme počty vlaků obsazujících dopravní kolejiště z jednotlivých směrů. Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Šenova:

$$N_1 = 88 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Kunčic (včetně průjezdů samostatných lokomotiv vlečkaře):

$$N_2 = 115 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$k = 7 \text{ kolejí}$$

$$t_{obs} = 168 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$\begin{aligned} T_{ruš(14)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{14 \cdot 1 \cdot (350^2 + 195^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{2\,247\,350}{20\,160} \\ &= 111 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{111}{203} = 0,55 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$\begin{aligned} T_{ruš(18)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{17 \cdot 3 \cdot (305^2 + 364^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{11\,501\,571}{20\,160} \\ &= 571 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{571}{203} = 2,81 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$\begin{aligned} T_{ruš(20)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{15 \cdot 2 \cdot (423^2 + 411^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{10\,435\,500}{20\,160} \\ &= 518 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{518}{203} = 2,55 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$T_{ruš(22)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{13 \cdot 50 \cdot (330^2 + 40^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{71\ 825\ 000}{20\ 160}$$

$$= 3\ 563\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{3563}{203} = 17,55\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$T_{ruš(24)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{11 \cdot 55 \cdot (298^2 + 68^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{56\ 523\ 940}{20\ 160}$$

$$= 2\ 804\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{2804}{203} = 13,81\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$T_{ruš(26)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{5 \cdot 4 \cdot (185^2 + 347^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{3\ 092\ 680}{20\ 160}$$

$$= 153\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{153}{203} = 0,75\ min$$

Protože na koleji číslo 28 nedochází k vjezdům vlaků z obou zhlaví (dochází pouze k vjezdům od Šenova, je celková doba rušení na této koleji a tedy i průměrná doba rušení rovna nule.

Celková doba rušení pro všechny dopravní koleje se vypočítá jako součet celkových dob rušení pro jednotlivé dopravní koleje. Tedy:

$$T_{ruš} = T_{ruš(14)} + T_{ruš(18)} + T_{ruš(20)} + T_{ruš(22)} + T_{ruš(24)} + T_{ruš(26)} + T_{ruš(28)} =$$

$$T_{ruš} = 111 + 571 + 518 + 3\ 563 + 2\ 804 + 153 = 7\ 720\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení připadající na jeden vlak má hodnotu (zaokrouhleno na celé minuty):

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{7\,720}{203} = 38 \text{ min}$$

Údržba kolejí denně à 30 min, tzn. za 7 dní 210 min

$\sum t_{stál}$ 210 min

Praktická propustnost dopravního kolejiště tedy činí:

$$n = \frac{T \cdot k - \sum t_{stál}}{t_{obs} + t_{ruš}} = \frac{10\,080 \cdot 7 - 210}{168 + 38} = \frac{70\,350}{206} = 341 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$S_{kol} = \frac{N \cdot t_{obs}}{T \cdot k - \sum t_{stál}} = \frac{203 \cdot 168}{10\,080 \cdot 7 - 210} = \frac{34\,104}{70\,350} = 0,48$$

Výsledná propustnost vjezdového kolejiště v současném stavu je 341 vlaků za výpočetní čas (7 dní). Stupeň obsazení kolejové skupiny vlakovou dopravou činí 0,48.

4.3 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta I

Varianta I uvažuje s urychlení procesu zpracování souprav vlaků v dopravním kolejišti vlečkové stanice. Proces urychlení bude spočívat v dřívějším zahájení technické prohlídky u vlaků, které přecházejí při vstupu na vlečku do správy vlečkaře.

Číslo koleje	Směr jízdy, typ VC	Počet vlaků	T _{obs} [min]	t _{obs} [min]
14	od Šenova, vlak se zpracováním	14	4 164	297
	od Kunčic, vlak se zpracováním	1	117	117
18	od Šenova, vlak se zpracováním	17	4 519	266
	od Kunčic, vlak se zpracováním	3	1 122	374
20	od Šenova, vlak se zpracováním	15	5 461	364
	od Kunčic, vlak se zpracováním	2	581	291
22	od Šenova, vlak s uhlím	1	45	45
	od Šenova, vlak se zpracováním	12	3 626	302
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 423	356
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	46	460	10
24	od Šenova, vlak s uhlím	1	19	19

	od Šenova, vlak se zpracováním	10	2 682	268
	od Kunčic, vlak se zpracováním	8	2 709	339
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	47	470	10
26	od Šenova, vlak s uhlím	2	27	14
	od Šenova, vlak se zpracováním	3	320	107
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 213	303
28	od Šenova, vlak s uhlím	13	294	23
Σ, \emptyset		203	29 252	144

Tabulka 6: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě I

$$T = 7 \cdot 24 \cdot 60 = 10\,080 \text{ min}$$

Vypočítáme počty vlaků obsazujících dopravní kolejiště z jednotlivých směrů. Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Šenova:

$$N_1 = 88 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Kunčic (včetně průjezdů samostatných lokomotiv vlečkaře):

$$N_2 = 115 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$k = 7 \text{ kolejí}$$

$$t_{obs} = 144 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$T_{ruš(14)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{14 \cdot 1 \cdot (297^2 + 117^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{1\,238\,972}{20\,160} = 61 \text{ min} \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{61}{203} = 0,30 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$T_{ruš(18)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{17 \cdot 3 \cdot (266^2 + 374^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{10\ 742\ 232}{20\ 160}$$

$$= 533\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{533}{203} = 2,63\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$T_{ruš(20)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{15 \cdot 2 \cdot (364^2 + 291^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{6\ 515\ 310}{20\ 160}$$

$$= 323\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{323}{203} = 1,59\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$T_{ruš(22)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{13 \cdot 50 \cdot (282^2 + 38^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{52\ 629\ 200}{20\ 160}$$

$$= 2\ 611\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{2\ 611}{203} = 12,86\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$T_{ruš(24)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{11 \cdot 55 \cdot (246^2 + 58^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{38\ 647\ 400}{20\ 160}$$

$$= 1\ 917\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{1\ 917}{203} = 9,44\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$T_{ruš(26)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{5 \cdot 4 \cdot (69^2 + 303^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{1\ 931\ 400}{20\ 160} = 96\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{96}{203} = 0,47 \text{ min}$$

Na koleji číslo 28 opět nedochází k vjezdům vlaků z obou zhlaví (dochází pouze k vjezdům od Šenova, je celková doba rušení na této koleji a tedy i průměrná doba rušení rovna nule.

Celková doba rušení pro všechny dopravní koleje se vypočítá jako součet celkových dob rušení pro jednotlivé dopravní koleje. Tedy:

$$T_{ruš} = T_{ruš(14)} + T_{ruš(18)} + T_{ruš(20)} + T_{ruš(22)} + T_{ruš(24)} + T_{ruš(26)} + T_{ruš(28)} =$$

$$T_{ruš} = 61 + 533 + 323 + 2\,611 + 1\,917 + 96 + 0 = 5\,541 \text{ min} \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení připadající na jeden vlak má hodnotu (zaokrouhleno na celé minuty):

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{5\,541}{203} = 27 \text{ min}$$

Údržba kolejí denně à 30 min, tzn. za 7 dní 210 min

$\sum t_{stál}$ 210 min

Praktická propustnost dopravního kolejiště tedy činí:

$$n = \frac{T \cdot k - \sum t_{stál}}{t_{obs} + t_{ruš}} = \frac{10\,080 \cdot 7 - 210}{144 + 27} = \frac{70\,350}{171} = 411 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$S_{kol} = \frac{N \cdot t_{obs}}{T \cdot k - \sum t_{stál}} = \frac{203 \cdot 144}{10\,080 \cdot 7 - 210} = \frac{29\,232}{70\,350} = 0,42$$

Výsledná propustná výkonnost vjezdového kolejiště po aplikaci varianty I urychlení procesu zpracování souprav vlaků v dopravním kolejišti vlečkové je 411 vlaků za výpočetní čas (7 dní). Stupeň obsazení kolejové skupiny vlakovou dopravou činí 0,42.

4.4 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta II

Jak už bylo řečeno v kapitole 3, další z možností řešení, která by umožnila zvýšit propustnou výkonnost dopravního kolejiště, je provádět celní přejímku vlakových souprav ložených želenou rudou mimo dopravní kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice. Přeložením přejímky skládající se z proclení zásilek do jiného místa by došlo k výrazné úspoře průměrně 90 min nutné k zajištění procesu proclení.

Ve sledovaném týdnu se jednalo o 35 vlaků (počítány pouze vlaky dopravce ČDC), takže celková úspora na obsazenosti vjezdového kolejiště T_{obs} by se snížila o 3 150 min. Výsledná hodnota T_{obs} by tak byla 30 935 min ($t_{obs} = 152$ min). Ostatní hodnoty by zůstaly zachovány.

Číslo koleje	Směr jízdy, typ VC	Počet vlaků	T_{obs} [min]	t_{obs} [min]
14	od Šenova, vlak se zpracováním	14	4 012	287
	od Kunčic, vlak se zpracováním	1	195	195
18	od Šenova, vlak se zpracováním	17	4 197	247
	od Kunčic, vlak se zpracováním	3	1 094	364
20	od Šenova, vlak se zpracováním	15	5 630	375
	od Kunčic, vlak se zpracováním	2	822	411
22	od Šenova, vlak s uhlím	1	45	45
	od Šenova, vlak se zpracováním	12	3 972	331
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 516	379
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	46	460	10
24	od Šenova, vlak s uhlím	1	19	19
	od Šenova, vlak se zpracováním	10	2 994	299
	od Kunčic, vlak se zpracováním	8	3 285	411
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	47	470	10
26	od Šenova, vlak s uhlím	2	27	14
	od Šenova, vlak se zpracováním	3	514	171
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 389	347
28	od Šenova, vlak s uhlím	13	294	23
Σ, \emptyset		203	30 935	152

Tabulka 7: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě II

$$T = 7 \cdot 24 \cdot 60 = 10\,080 \text{ min}$$

Vypočítáme počty vlaků obsazujících dopravní kolejiště z jednotlivých směrů. Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Šenova:

$$N_1 = 88 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Kunčic (včetně průjezdů samostatných lokomotiv vlečkaře):

$$N_2 = 115 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$k = 7 \text{ kolejí}$$

$$t_{obs} = 152 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$\begin{aligned} T_{ruš(14)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\,1}^2 + t_{obs\,2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{14 \cdot 1 \cdot (287^2 + 195^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{1\,685\,516}{20\,160} \\ &= 84 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{84}{203} = 0,41 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$\begin{aligned} T_{ruš(18)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\,1}^2 + t_{obs\,2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{17 \cdot 3 \cdot (247^2 + 364^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{9\,868\,755}{20\,160} \\ &= 490 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{490}{203} = 2,41 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$\begin{aligned} T_{ruš(20)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\,1}^2 + t_{obs\,2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{15 \cdot 2 \cdot (375^2 + 411^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{9\,286\,380}{20\,160} \\ &= 461 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{461}{203} = 2,27 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$T_{ruš(22)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{13 \cdot 50 \cdot (309^2 + 40^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{63\,102\,650}{20\,160} \\ = 3\,130 \text{ min} \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{3\,130}{203} = 15,42 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$T_{ruš(24)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{11 \cdot 55 \cdot (274^2 + 68^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{48\,218\,500}{20\,160} \\ = 2\,392 \text{ min} \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{2\,392}{203} = 11,78 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$T_{ruš(26)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{5 \cdot 4 \cdot (108^2 + 347^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{2\,641\,460}{20\,160} \\ = 131 \text{ min} \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{131}{203} = 0,65 \text{ min}$$

Protože na koleji číslo 28 opět nedochází k vjezdům vlaků z obou zhlaví (dochází pouze k vjezdům od Šenova, je celková doba rušení na této koleji a tedy i průměrná doba rušení rovna nule.

Celková doba rušení pro všechny dopravní koleje se vypočítá jako součet celkových dob rušení pro jednotlivé dopravní koleje. Tedy opět:

$$T_{ruš} = T_{ruš(14)} + T_{ruš(18)} + T_{ruš(20)} + T_{ruš(22)} + T_{ruš(24)} + T_{ruš(26)} + T_{ruš(28)} =$$

$$T_{ruš} = 84 + 490 + 461 + 3\,130 + 2\,392 + 131 + 0 = 6\,688 \text{ min} \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení připadající na jeden vlak má hodnotu (zaokrouhleno na celé minuty):

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{6\,688}{203} = 33 \text{ min}$$

$$\text{Údržba kolejí denně à 30 min, tzn. za 7 dní} \quad 210 \quad \text{min}$$

$$\sum t_{stál} \quad 210 \quad \text{min}$$

Praktická propustnost dopravního kolejiště tedy činí:

$$n = \frac{T \cdot k - \sum t_{stál}}{t_{obs} + t_{ruš}} = \frac{10\,080 \cdot 7 - 210}{152 + 33} = \frac{70\,350}{185} = 380 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$S_{kol} = \frac{N \cdot t_{obs}}{T \cdot k - \sum t_{stál}} = \frac{203 \cdot 152}{10\,080 \cdot 7 - 210} = \frac{30\,856}{70\,350} = 0,44$$

Výsledná propustná výkonnost vjezdového kolejiště po aplikaci varianty II provádění clení přejímky vlakových souprav ložených železnou rudou mimo dopravní kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice činí 380 vlaků za výpočetní čas (7 dní). Stupeň obsazení kolejové skupiny vlakovou dopravou činí 0,44.

V souvislosti s tímto řešením by však vznikly společnosti AMO dodatečné náklady. Nově by bylo zapotřebí uvažovat s náklady na pobyty vlaků ve stanicích spravované ČDC a náklady na zřízení pracovního místa jedné tranzitérky, která by proces proclení mimo vlečku zajišťovala.

4.5 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta III

Další z možností řešení, která by umožnila zvýšit propustnou výkonnost dopravního kolejiště, je kromě přeložení místa celní přejímky vlakových souprav ložených zelenou rudou mimo dopravní kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice také zajištění vykládky těchto souprav zaměstnanci ČDC. Při zajištění vykládky zaměstnanci ČDC nemanipulují se soupravou zaměstnanci vlečkaře, tedy technická prohlídka při předávce

souprav vozů mezi ČDC a AMO není nutná. Kromě časové úspory 90 minut na 1 soupravu vyplývající z přeložení místa celní přejímky dochází k další časové úspoře 75 min, která je vyčleněna pro technickou prohlídku 1 soupravy.

Ve sledovaném týdnu se jednalo o 35 vlaků, takže celková úspora na obsazenosti vjezdového kolejiště T_{obs} by se snížila o 5 775 min. Výsledná hodnota T_{obs} by tak byla 28 310 min ($t_{obs} = 139$ min). Ostatní hodnoty zůstanou opět zachovány.

Číslo koleje	Směr jízdy, typ VC	Počet vlaků	T_{obs} [min]	t_{obs} [min]
14	od Šenova, vlak se zpracováním	14	3 262	233
	od Kunčic, vlak se zpracováním	1	195	195
18	od Šenova, vlak se zpracováním	17	3 342	197
	od Kunčic, vlak se zpracováním	3	1 094	364
20	od Šenova, vlak se zpracováním	15	5 030	335
	od Kunčic, vlak se zpracováním	2	822	411
22	od Šenova, vlak s uhlím	1	45	45
	od Šenova, vlak se zpracováním	12	3 747	312
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 516	379
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	46	460	10
24	od Šenova, vlak s uhlím	1	19	19
	od Šenova, vlak se zpracováním	10	2 769	277
	od Kunčic, vlak se zpracováním	8	3 285	411
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	47	470	10
26	od Šenova, vlak s uhlím	2	27	14
	od Šenova, vlak se zpracováním	3	514	171
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 389	347
28	od Šenova, vlak s uhlím	13	294	23
Σ, \emptyset		203	28 310	139

Tabulka 8: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě III

$$T = 7 \cdot 24 \cdot 60 = 10\,080 \text{ min}$$

Vypočítáme počty vlaků obsazujících dopravní kolejiště z jednotlivých směrů. Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Šenova:

$$N_1 = 88 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Kunčic (včetně průjezdů samostatných lokomotiv vlečkaře):

$$N_2 = 115 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$k = 7 \text{ kolejí}$$

$$t_{obs} = 152 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$\begin{aligned} T_{ruš(14)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{14 \cdot 1 \cdot (233^2 + 195^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{1\,292\,396}{20\,160} \\ &= 64 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{64}{203} = 0,32 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$\begin{aligned} T_{ruš(18)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{17 \cdot 3 \cdot (197^2 + 364^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{8\,736\,555}{20\,160} \\ &= 433 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{433}{203} = 2,13 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$\begin{aligned} T_{ruš(20)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{15 \cdot 2 \cdot (335^2 + 411^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{8\,434\,380}{20\,160} \\ &= 418 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{418}{203} = 2,06 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$T_{ruš(22)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{13 \cdot 50 \cdot (292^2 + 40^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{56\ 461\ 600}{20\ 160} \\ = 2\ 801\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{2\ 801}{203} = 13,8\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$T_{ruš(24)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{11 \cdot 55 \cdot (253^2 + 68^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{41\ 522\ 965}{20\ 160} \\ = 2\ 060\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{2\ 060}{203} = 10,15\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$T_{ruš(26)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{5 \cdot 4 \cdot (108^2 + 347^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{2\ 641\ 460}{20\ 160} \\ = 131\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{131}{203} = 0,65\ min$$

Protože na koleji číslo 28 opět nedochází k vjezdům vlaků z obou zhlaví (dochází pouze k vjezdům od Šenova, je celková doba rušení na této koleji a tedy i průměrná doba rušení rovna nule.

Celková doba rušení pro všechny dopravní koleje se vypočítá jako součet celkových dob rušení pro jednotlivé dopravní koleje. Tedy:

$$T_{ruš} = T_{ruš(14)} + T_{ruš(18)} + T_{ruš(20)} + T_{ruš(22)} + T_{ruš(24)} + T_{ruš(26)} + T_{ruš(28)} =$$

$$T_{ruš} = 64 + 433 + 418 + 2801 + 2060 + 131 + 0 = 5\ 907\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení připadající na jeden vlak má hodnotu (zaokrouhлено na celé minuty):

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{5\,907}{203} = 29 \text{ min}$$

Údržba kolejí denně à 30 min, tzn. za 7 dní 210 min

$\Sigma t_{stál}$ 210 min

Praktická propustnost dopravního kolejiště tedy činí:

$$n = \frac{T \cdot k - \Sigma t_{stál}}{t_{obs} + t_{ruš}} = \frac{10\,080 \cdot 7 - 210}{139 + 29} = \frac{70\,350}{168} = 419 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$S_{kol} = \frac{N \cdot t_{obs}}{T \cdot k - \Sigma t_{stál}} = \frac{203 \cdot 139}{10\,080 \cdot 7 - 210} = \frac{28\,217}{70\,350} = 0,40$$

Výsledná propustná výkonnost vjezdového kolejiště po aplikaci varianty III provádění clenění přejímky vlakových souprav ložených železnou rudou mimo dopravní kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice a zároveň nedochází k technické prohlídce vozů z výše uvedených důvodů, činí 419 vlaků za výpočetní čas (7 dní). Stupeň obsazení kolejové skupiny vlakovou dopravou činí 0,40.

V souvislosti s tímto řešením by opět vznikly společnosti AMO dodatečné náklady. Kromě nákladů na pobyty vlaků ve stanicích spravované ČDC a nákladů na zřízení pracovního místa jedné tranzitérky, která by proces proclení mimo vlečku zajišťovala, by bylo nutno uvažovat náklady spojené s vykládkou rudy na vlečce ve stejném režimu, v jakém probíhá vykládka uhlí (náklady na vykládku souprav zaměstnanci ČDC).

4.6 Posouzení propustné výkonnosti vlečkové stanice – varianta IV

Poslední varianta zahrnuje kombinaci všech předchozích návrhu na zvýšení vlakové propustnosti na vjezdovém kolejišti. Dochází zde k přeložení procesu proclení mimo vlečku AMO a.s., vykládku železné rudy dopravcem ČDC a zároveň k urychlení procesu odbavení pro všechny ostatní vlakové soupravy.

Číslo koleje	Směr jízdy, typ VC	Počet vlaků	T _{obs} [min]	t _{obs} [min]
14	od Šenova, vlak se zpracováním	14	2 514	180
	od Kunčic, vlak se zpracováním	1	117	117
18	od Šenova, vlak se zpracováním	17	2 704	159
	od Kunčic, vlak se zpracováním	3	1 122	374
20	od Šenova, vlak se zpracováním	15	4 141	276
	od Kunčic, vlak se zpracováním	2	581	291
22	od Šenova, vlak s uhlím	1	45	45
	od Šenova, vlak se zpracováním	12	3 131	261
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 423	356
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	46	460	10
24	od Šenova, vlak s uhlím	1	19	19
	od Šenova, vlak se zpracováním	10	2 187	219
	od Kunčic, vlak se zpracováním	8	2 709	339
	průjezd samostatné lokomotivy vlečkaře	47	470	10
26	od Šenova, vlak s uhlím	2	27	14
	od Šenova, vlak se zpracováním	3	320	107
	od Kunčic, vlak se zpracováním	4	1 213	303
28	od Šenova, vlak s uhlím	13	294	23
Σ, Ø		203	23 477	116

Tabulka 9: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě IV

$$T = 7 \cdot 24 \cdot 60 = 10\,080 \text{ min}$$

Vypočítáme počty vlaků obsazujících dopravní kolejiště z jednotlivých směrů. Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Šenova:

$$N_1 = 88 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

Počet vlaků obsazujících dopravní kolejiště od Kunčic (včetně průjezdů samostatných lokomotiv vlečkaře):

$$N_2 = 115 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$k = 7 \text{ kolejí}$$

$$t_{obs} = 144 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$T_{ruš(14)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{14 \cdot 1 \cdot (180^2 + 117^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{645\,246}{20\,160} = 32 \text{ min} \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 14:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{32}{203} = 0,16 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$\begin{aligned} T_{ruš(18)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{17 \cdot 3 \cdot (159^2 + 374^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{8\,423\,007}{20\,160} \\ &= 418 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 18:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{418}{203} = 2,06 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$\begin{aligned} T_{ruš(20)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{15 \cdot 2 \cdot (276^2 + 291^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{4\,825\,710}{20\,160} \\ &= 239 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 20:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{239}{203} = 1,18 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$\begin{aligned} T_{ruš(22)} &= \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs1}^2 + t_{obs2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{13 \cdot 50 \cdot (244^2 + 38^2)}{2 \cdot 10\,080} = \frac{39\,637\,000}{20\,160} \\ &= 1\,966 \text{ min} \cdot T^{-1} \end{aligned}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 22:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{1\,966}{203} = 9,68 \text{ min}$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$T_{ruš(24)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{11 \cdot 55 \cdot (201^2 + 58^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{26\ 477\ 825}{20\ 160} \\ = 1\ 313\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 24:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{1\ 313}{203} = 6,47\ min$$

Celková doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$T_{ruš(26)} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_{obs\ 1}^2 + t_{obs\ 2}^2)}{2 \cdot T} = \frac{5 \cdot 4 \cdot (69^2 + 303^2)}{2 \cdot 10\ 080} = \frac{1\ 931\ 400}{20\ 160} = 96\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení pro dopravní kolej č. 26:

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{96}{203} = 0,47\ min$$

Na koleji číslo 28 opět nedochází k vjezdům vlaků z obou zhlaví (dochází pouze k vjezdům od Šenova, je celková doba rušení na této koleji a tedy i průměrná doba rušení rovna nule.

Celková doba rušení pro všechny dopravní koleje se vypočítá jako součet celkových dob rušení pro jednotlivé dopravní koleje. Tedy:

$$T_{ruš} = T_{ruš(14)} + T_{ruš(18)} + T_{ruš(20)} + T_{ruš(22)} + T_{ruš(24)} + T_{ruš(26)} + T_{ruš(28)} =$$

$$T_{ruš} = 32 + 418 + 239 + 1966 + 1313 + 96 + 0 = 4\ 064\ min \cdot T^{-1}$$

Průměrná doba rušení připadající na jeden vlak má hodnotu (zaokrouhлено na celé minuty):

$$t_{ruš} = \frac{T_{ruš}}{N} = \frac{4\ 064}{203} = 20\ min$$

Údržba kolejí denně à 30 min, tzn. za 7 dní 210 min

$\Sigma t_{stál}$ 210 min

Praktická propustnost dopravního kolejiště tedy činí:

$$n = \frac{T \cdot k - \sum t_{stál}}{t_{obs} + t_{ruš}} = \frac{10\,080 \cdot 7 - 210}{116 + 20} = \frac{70\,350}{136} = 517 \text{ vlaků} \cdot T^{-1}$$

$$S_{kol} = \frac{N \cdot t_{obs}}{T \cdot k - \sum t_{stál}} = \frac{203 \cdot 116}{10\,080 \cdot 7 - 210} = \frac{23\,548}{70\,350} = 0,33$$

Výsledná propustná výkonnost vjezdového kolejiště po aplikaci varianty IV při kombinaci všech předchozích návrhů činí 517 vlaků za výpočetní čas (7 dní). Stupeň obsazení kolejové skupiny vlakovou dopravou činí 0,33.

4.7 Shrnutí výsledků kapacitních výpočtů

V závěrečném shrnutí dochází k porovnání účinků jednotlivých variant jak z hlediska hodnot výsledné propustné výkonnosti vjezdového kolejiště vlečkové stanice, tak i z hlediska stupně obsazení dopravního kolejiště. V následující tabulce č. 10 jsou uvedeny hodnoty výsledné propustnosti dopravního kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice včetně rozdílů vypočítaných vzhledem k hodnotě propustnosti kolejiště v současném stavu. V tabulce č. 11 jsou analogicky uvedeny hodnoty stupňů obsazení.

	Propustnost (vlaků·T ⁻¹)	Rozdíl (vlaků·T ⁻¹)
Současný stav	341	-
Varianta I	411	+ 70
Varianta II	380	+ 39
Varianta III	419	+ 78
Varianta IV	517	+ 176

Tabulka 10: Porovnání výsledné propustnosti dopravního kolejiště

	Stupeň obsazení	Rozdíl
Současný stav	0,48	-
Varianta I	0,42	- 0,06
Varianta II	0,44	- 0,04
Varianta III	0,40	- 0,08
Varianta IV	0,33	- 0,15

Tabulka 11: Výsledný stupeň obsazení jednotlivých návrhů

5 Závěr

Diplomová práce se zabývá možnostmi zvyšování propustné výkonnosti dopravního kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice.

Bohužel, z nedostatku informací ke zpracování této problematiky nemusí být navržené řešení to optimální a pro přesnější zpracování bude zapotřebí se zaměřit na kvalitnější sběr dat. Pro lepší posouzení propustné výkonnosti vjezdového kolejiště vlečkové stanice Ostrava – Bartovice je potřeba sledovat jednotlivé prostoje vznikající na této stanici a poté s nimi dále pracovat. Přesnější výpočet by tak zahrnoval komplexní sledování pohybů všech lokomotiv a vlakových souprav po vlečce, obsazení kolejí na jednotlivých místech určených pro vykládku a odstavení materiálu, kapacity rozmrazoven v zimních obdobích, využití kolejových vah, apod.

Pokud by se ukázalo, že navržená řešení jsou akceptovatelná, lze je aplikovat bez větších obtíží, protože nevyvolávají žádné náklady v podobě investic do výstavby infrastruktury. Jejich výhodou těchto opatření je tedy možnost rychlé implementace a flexibility. Efekty spojené se zvýšením propustné výkonnosti by bylo možno dosáhnout i bez elektrifikace kolejí č. 26 a 28, což jsou dnes velmi často uvažované cesty vedoucí ke zvýšení propustnosti.

V případě potřeby tak lze jen díky změně technologického postupu zpracování vlakových souprav navýšit výkonnou propustnost o 70 vlaků (za sledované období). Tato optimistická varianta navíc nevyžaduje žádnou větší finanční zátěž pro společnost AMO a.s. Ostatní varianty již vyžadují pravidelné náklady spojené s navýšením počtu zaměstnanců a úpravou vlečkové smlouvy mezi vlečkařem a dopravcem. Po provedení návrhu varianty IV se tak výkonná propustnost vjezdového kolejiště zvýší až o 176 vlaků (za sledované období 7 dní).

6 Seznam použité literatury

Knihy

- [1] Daněk, J.; Vonka, J. Dopravní provoz železnic. Bratislava: ALFA, 1988. 400 s. ISBN 063-565-88
- [2] Skála, M., Voráček, Č. Propustnost železničních zařízení. Praha: NADAS, 1965. 129 s.
- [3] České dráhy Provozně technický předpis pro železniční vozy V 62. č. j.: 60.636/99-12 dne 13. prosince 1999 s účinností od 28. května 2000.
- [4] Brandalík, František: Grafikon vlakové dopravy a propustná výkonnost. Žilina: Vysoká škola dopravná v Žiline, 1966. 301 s. ISBN nepřiděleno.

7 Seznam obrázků

Obrázek 1: Lokalizace vlečkové stanice Ostrava – Bartovice v rámci areálu AMO	4
Obrázek 2 : Schéma vjezdového kolejiště	5
Obrázek 3: Podíl přepravovaných komodit na vlečku v roce 2015	8
Obrázek 4: Umístění pracoviště výpravčího a tranzitérek v Bartovicích	9
Obrázek 5: Stanoviště výpravčího a staniční budova tranzitérek	10
Obrázek 6: Kolejové brzdy	10
Obrázek 7: Vážní místo (kolejová váha, systém "Eberline" a monitorovací systém s osvětlením).....	11
Obrázek 8: Svažný pahrbek	12
Obrázek 9: Výchozí lokality pro přepravu rudy	17
Obrázek 10: Výchozí lokalita pro dopravu uhlí.....	18
Obrázek 11: Pohled na vjezdové kolejiště od svažného pahrbku	20
Obrázek 12: Sloupy trakčního vedení mezi kolejemi č. 26 a 28	20
Obrázek 13: Trasa tranzitérky ČDC potřebná pro předání NL.....	21
Obrázek 14: Schéma současného stavu kolejí na vjezdovém kolejišti	23
Obrázek 15: Schéma vjezdového kolejiště po elektrifikaci kol. č. 26	24
Obrázek 16: Schéma vjezdového kolejiště po elektrifikaci kol. č. 26 a 28	25
Obrázek 17: Situační schéma propojení kolejí č. 26 a 28.....	25
Obrázek 18: Schéma vjezdového kolejiště po odkupu koleje č. 14.....	26
Obrázek 19: Vyznačení seřadovacích nádraží v blízkosti vlečky	31

8 Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam vjezdových kolejí na vlečku AMO	5
Tabulka 2: Využití vjezdových kolejí (počet vlaků v období 2. 11. 2015 - 8. 11. 2015)	6
Tabulka 3: Seznam dopravců přepravujících suroviny a materiál na vlečku	7
Tabulka 4: Ukázka vyplněného formuláře v MS Excel.....	13
Tabulka 5: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti v současném stavu.....	36
Tabulka 6: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě I.....	40
Tabulka 7: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě II	43
Tabulka 8: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě III	47
Tabulka 9: Podklady pro výpočet propustné výkonnosti ve variantě IV	51
Tabulka 10: Porovnání výsledné propustnosti dopravního kolejiště	54
Tabulka 11: Výsledný stupeň obsazení jednotlivých návrhů	55

9 Seznam grafů

Graf 1: Využití vjezdových kolejí (počet vlaků v období 2. 11. 2015 - 8. 11. 2015).....	6
Graf 2: Počet vlaků přistavených dle dopravce (2. 11. 2015 - 8. 11. 2015)	8
Graf 3: Obsazenost vjezdového kolejiště v období 2. 11. – 8. 11. 2015	12
Graf 4: Znázornění obsazenosti jednotlivých kolejí dne 2. 11. 2015	13
Graf 5: Průměrná doba zpracování vlaku v roce 2015	15
Graf 6: Průběh zpracování vlaku [min]	16
Graf 7: Podíl vlaků dle komodit (2. 11. 2015 – 8. 11. 2015).....	17
Graf 8: Rozdíl před a po aplikaci nového procesu zpracování vlaků	29
Graf 9: Rozdíl před a po aplikaci procesu zpracování vlaku dne 6. 11. 2015	29

III